

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

## ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ (ANOVA)

### 6.1 Βασικές Έννοιες

Η ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) στοχεύει στην εκτίμηση της πιθανότητας οι διαφορές στους μέσους να είναι στατιστικά σημαντικές χρησιμοποιώντας το F-test. Εννοιολογικά συνδέεται με το t-test, με τη βασική, όμως, διαφορά ότι ενώ το t-test εξετάζει τις διαφορές μεταξύ των μέσων δύο ομάδων, η ANOVA μπορεί να εξετάζει διαφορές στους μέσους περισσότερων των δύο ομάδων. Για παράδειγμα, προκειμένου να εντοπιστούν διαφορές ανάμεσα σε άντρες και γυναίκες ως προς το μέσο μηνιαίο χρηματικό ποσό που ξοδεύουν για ρούχα, θα χρησιμοποιούταν το t-test. Αντίθετα, η ANOVA θα ήταν η κατάλληλη τεχνική προκειμένου να εντοπιστούν διαφορές ανάμεσα σε τρεις ηλικιακές ομάδες (π.χ. 15-20, 21-25 και 26-30 ετών) ως προς το μέσο μηνιαίο χρηματικό ποσό που ξοδεύουν για ρούχα.

Στην έρευνα αγοράς, η ANOVA χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό διαφορών, π.χ.:

- Στο μέσο όγκο των πωλήσεων ενός προϊόντος μεταξύ τριών πόλεων.
- Στα κέρδη μεταξύ τεσσάρων επιχειρήσεων.
- Στην καταναλωτική στάση απέναντι σ' ένα προϊόν (μάρκα) μεταξύ τριών ηλικιακών ομάδων καταναλωτών.
- Στη δαπάνη για τη διαφημιστική εκστρατεία τριών προϊόντων.
- Στις ώρες ακρόασης ενός ραδιοφωνικού σταθμού μεταξύ τεσσάρων ομάδων καταναλωτών που διαφέρουν ως προς το εισόδημα.
- Στις δαπάνες για ρουχισμό μεταξύ νοικοκυριών που εντάσσονται σε τρεις διαφορετικές εισοδηματικές κατηγορίες.

- Στο μερίδιο αγοράς επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται σε τρεις διαφορετικούς κλάδους.
- Στην απήχηση ενός νέου διαφημιστικού μηνύματος σε ομάδες καταναλωτών που διαφέρουν ως προς την ηλικία και το μορφωτικό επίπεδο.
- Στις μηνιαίες επισκέψεις στο σουπερμάρκετ μεταξύ οικογενειών που έχουν 1, 2 ή 3 παιδιά.
- Στις ημερήσιες πωλήσεις ενός προϊόντος κάτω από τρεις διαφορετικές καιρικές συνθήκες.
- Στις εβδομαδιαίες επισκέψεις στο γυμναστήριο μεταξύ ανδρών που κατοικούν στην περιοχή Α και γυναικών που κατοικούν στην περιοχή Β.
- Στα έσοδα 100 επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται σε τρεις διαφορετικούς κλάδους μεταξύ τεσσάρων μηνών του χρόνου.

Για να εφαρμοστεί η ANOVA, τα δεδομένα της έρευνας θα πρέπει να έχουν ομαδοποιηθεί χρησιμοποιώντας μια μεταβλητή ομαδοποίησης (group variable). Η βασική προϋπόθεση για την εφαρμογή της ANOVA είναι η ύπαρξη κατηγοριοποιημένων ανεξάρτητων μεταβλητών (π.χ. ηλικιακές ομάδες, κατηγορίες επαγγελματιών, κατηγορίες εισοδήματος, κ.ά.) και μίας εξαρτημένης μεταβλητής (π.χ. χρηματικό ποσό, στάση απέναντι σε ένα προϊόν, αξιολόγηση μιας διαφήμισης, κ.ά.).

Η κύρια ερευνητική υπόθεση που ερευνά η ANOVA είναι: «Διαφέρουν οι μέσοι μεταξύ των ομάδων;» Πιο αναλυτικά, οι ερευνητικές υποθέσεις είναι:

$H_0$ : Οι μέσοι των ομάδων που εξετάζονται (π.χ., μέσο εισόδημα, μέσες πωλήσεις) είναι ίσοι (οι διαφορές οφείλονται σε τυχαίους παράγοντες).

$H_1$ : Οι μέσοι των ομάδων διαφέρουν (η διαφορά οφείλεται στην επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής).

Η στατιστική μέθοδος που χρησιμοποιείται στην ANOVA για τον έλεγχο των υποθέσεων είναι το F-test, το οποίο εξετάζει διαφορές στους μέσους. Με άλλα λόγια, με το F-test διαπιστώνεται εάν οι μέσοι τριών ή περισσότερων ομάδων διαφέρουν σημαντικά, τόσο ώστε η διαφορά να μην οφείλεται σε τυχαίους παράγοντες. Εάν οι μέσοι δε διαφέρουν σημαντικά, τότε συμπεραίνεται ότι η ανεξάρτητη μεταβλητή δεν έχει επίδραση στην εξαρτημένη (π.χ. το ποσό που ξοδεύεται μηνιαία δε διαφέρει σημαντικά μεταξύ των ηλικιακών ομάδων ή αλλιώς, η ηλικία δεν έχει επίδραση στο ποσό που δαπανά κάποιος για ρουχισμό). Το F-test υπολογίζεται ως εξής:

$$F = \frac{\text{Διακύμανση Μεταξύ των Ομάδων (Variance Between Groups)}}{\text{Διακύμανση Μέσα στις Ομάδες (Variance Within Groups)}}$$

Κετοβλητική  
Ομοδοσοδοσο

Εξαρτημένη + εξεχ.

$H_0, H_1$

F-test

**One-way ANOVA:** Εξετάζει διαφορές μεταξύ τριών ή και περισσότερων ομάδων μιας κατηγοριοποιημένης ανεξάρτητης μεταβλητής σε μία scale εξαρτημένη μεταβλητή. Εάν οι ομάδες είναι διαφορετικές, τότε συμπεραίνεται ότι η ανεξάρτητη μεταβλητή έχει επίδραση στην εξαρτημένη (π.χ. διαφορετικές ηλικιακές ομάδες έχουν διαφορετική στάση απέναντι σε μια συγκεκριμένη διαφήμιση). Η συνολική διακύμανση στην εξαρτημένη μεταβλητή (π.χ., ποσό που ξοδεύουν το μήνα για ρούχα) αποτελείται από δύο μέρη: το μέρος που οφείλεται στην ανεξάρτητη μεταβλητή (ηλικία) και το μέρος που οφείλεται σε άλλους τυχαίους παράγοντες (το οποίο ονομάζεται επίσης και στατιστικό λάθος ή κατάλοιπο). Αν η διακύμανση μεταξύ των ηλικιακών ομάδων (between groups) είναι αρκετά μεγαλύτερη από τη διακύμανση μέσα στις ηλικιακές ομάδες (within groups), τότε η τιμή του δείκτη F θα είναι μεγαλύτερη. Υψηλή τιμή του δείκτη F σημαίνει ότι οι διαφορές μεταξύ των μέσων έχουν μικρή πιθανότητα να οφείλονται σε τυχαίους παράγοντες.

Η One-way ANOVA είναι επίσης γνωστή και ως Univariate ANOVA, ή απλή ανάλυση διακύμανσης (Simple ANOVA) ή ανάλυση διακύμανσης ενός παράγοντα (one-factor ANOVA).

Η One-way ANOVA θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στην έρευνα αγοράς για να εντοπιστούν διαφορές στις μέσες πωλήσεις των τελευταίων δέκα ετών μεταξύ των επιχειρήσεων Α, Β και Γ ή για να διαπιστωθεί αν το έτος φοίτησης επιδρά σημαντικά στην ποσότητα αλκοόλ που καταναλώνουν οι φοιτητές, κ.ά.

**Two-way ANOVA:** Η ανάλυση διακύμανσης διπλής κατεύθυνσης αναλύει μία scale εξαρτημένη μεταβλητή που επηρεάζεται από δύο κατηγοριοποιημένες ανεξάρτητες μεταβλητές. Η Two-Way-ANOVA λαμβάνει υπόψη και τη σχέση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών (interaction).

Για παράδειγμα, η «διπλή» ανάλυση διακύμανσης στην έρευνα αγοράς θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί προκειμένου να εντοπιστούν διαφορές στη στάση απέναντι σε μια καινούργια καφετέρια ανάμεσα σε τρεις ηλικιακές ομάδες και ανάμεσα σε ομάδες διαφορετικού μορφωτικού επιπέδου. Επίσης, η ανάλυση διακύμανσης διπλής κατεύθυνσης θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί προκειμένου να ελεγχθεί αν ο κλάδος δραστηριοποίησης και η περιοχή που βρίσκεται μια επιχείρηση επιδρούν σημαντικά στα κέρδη της.

**Analysis of Covariance (ANCOVA):** Η ανάλυση συνδιακύμανσης (ANCOVA) είναι μια άλλη τεχνική για να βελτιωθεί η ακρίβεια της προσέγγισης του μοντέλου στην έρευνα αγοράς. Στην ANCOVA, εκτός από την εξαρτημένη μεταβλητή, υπάρχει και μια άλλη μεταβλητή, η οποία συνδέεται γραμμικά με την εξαρτημένη. Με την ανάλυση συνδιακύμανσης επιτυγχάνεται ο έλεγχος της επίδρασης αυτής

One-way ANOVA

Two-way ANOVA

ANCOVA

της άλλης μεταβλητής πάνω στην εξαρτημένη μεταβλητή. Για παράδειγμα, αν πιστεύεται ότι ο δείκτης νοημοσύνης επιδρά στην ποσότητα μπίρας που πίνουν οι έφηβοι, τότε η ανάλυση συνδιακύμανσης θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να ελέγξει την επίδραση της ηλικίας (3 ή περισσότερες ηλικιακές ομάδες) (της κοινωνικής τάξης) και του δείκτη νοημοσύνης (ως covariate) στα λίτρα μπίρας που καταναλώνουν το μήνα οι έφηβοι.

Οχι απαραίτητα  
σχιστή-χρόνο-εξέλιξη  
(εξαρτημένη)

MANOVA

**Multivariate ANOVA (MANOVA):** Η πολλαπλή ανάλυση διακύμανσης εστιάζεται σε περισσότερες από μία εξαρτημένες scale μεταβλητές. Η ανάλυση αυτή, όπως και η ανάλυση διακύμανσης διπλής κατεύθυνσης, εξετάζει και τη συσχέτιση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών. Είναι εύκολα κατανοητό ότι όσο αυξάνεται ο αριθμός των ανεξάρτητων μεταβλητών, τόσο πιο σύνθετη και δυσκολότερη στην ερμηνεία γίνεται η ανάλυση.

Στην έρευνα αγοράς η πολλαπλή ανάλυση διακύμανσης θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί προκειμένου να εντοπιστούν διαφορές στη στάση απέναντι στο περιοδικό A και στο περιοδικό B ανάμεσα σε τρεις καταναλωτικές ομάδες που διαφέρουν ως προς τη συχνότητα αγοράς των περιοδικών ως προς το μορφωτικό επίπεδο.

MANCOVA

**Multivariate Analysis of Covariance (MANCOVA):** Στην πολλαπλή ανάλυση συνδιακύμανσης υπάρχουν δύο ή περισσότερες εξαρτημένες μεταβλητές (όπως και στην πολλαπλή ανάλυση διακύμανσης) με τη διαφορά ότι υπάρχει και ένας ή περισσότεροι παράγοντες συνδιακύμανσης (covariates).

Στην έρευνα αγοράς, για παράδειγμα, αν πιστεύεται ότι οι ώρες ακρόασης ραδιόφωνου σχετίζονται με τις ώρες οδήγησης, η πολλαπλή ανάλυση διακύμανσης θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να ελέγξει διαφορές στις ώρες ακρόασης του ραδιοφωνικού σταθμού A και του ραδιοφωνικού σταθμού B μεταξύ τεσσάρων καταναλωτικών ομάδων, οι οποίες διαφέρουν ως προς το επάγγελμα που εξασκούν και ως προς την οικογενειακή τους κατάσταση.

Στις περιπτώσεις όπου έχουμε δύο ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές (Two-way ANOVA ή MANOVA), η ανάλυση διακύμανσης ονομάζεται **factorial** (παραγοντική) και χρησιμοποιείται για να εξετάσουμε τη σχετική σημαντικότητα ποικίλων συνδυασμών των ανεξάρτητων μεταβλητών. Οι factorial αναλύσεις πραγματοποιούνται στο SPSS από την επιλογή "General Linear Model", ενώ η ανάλυση απλής διακύμανσης από την επιλογή "One-Way ANOVA".

## 6.2 Ανάλυση Διακύμανσης Μονής Κατεύθυνσης (One-Way ANOVA)

Τα δεδομένα του Σχήματος 6-1 έχουν εισαχθεί από ένα ερωτηματολόγιο το οποίο σκοπό έχει να εξετάσει το κατά πόσο άρεσε στους καταναλωτές το νέο διαφημιστικό σποτ του προϊόντος X. Στην πρώτη στήλη (ad\_like) παρουσιάζεται η βαθμολογία που έδωσαν οι ερωτώμενοι (από το 1 έως το 100, όπου 1= δεν μου άρεσε καθόλου και 100= μου άρεσε υπερβολικά) για το διαφημιστικό σποτ. Στη δεύτερη στήλη αναγράφεται η ηλικιακή ομάδα στην οποία ανήκει ο κάθε συμμετέχων, όπου:

1= 15-30 ετών

2= 31-50 ετών

3= 51-70 ετών

### Σχήμα 6-1:

One-Way Analysis of Variance – Παράδειγμα

ad_like	age
90	1
87	1
55	2
20	2
89	1
67	2
24	2
78	1
33	2
10	3
58	2
50	3
12	3
95	1
98	3
62	2
60	2
22	3
11	3
82	1

Η εταιρεία που διεξάγει την έρευνα θέλει να ελέγξει εάν οι διαφορετικές βαθμολογίες που δόθηκαν για το διαφημιστικό σποτ οφείλονται στην τύχη ή

στις διαφορετικές ηλικίες των ερωτώμενων. Για να ελεγχθεί αν οι διαφορές στη βαθμολογία του διαφημιστικού σποτ μεταξύ των τριών ηλικιακών ομάδων είναι στατιστικά σημαντική θα χρησιμοποιηθεί η ανάλυση διακύμανσης. Οι ερευνητικές υποθέσεις είναι:

$H_0$ : Μέσος ηλικιακής ομάδας 15-30 = Μέσος ηλικιακής ομάδας 31-50 = Μέσος ηλικιακής ομάδας 51-70.

$H_1$ : Οι μέσοι των τριών ηλικιακών ομάδων διαφέρουν.

Εφόσον υπάρχει μία εξαρτημένη scale μεταβλητή (ad\_like) και μία κατηγοριοποιημένη ανεξάρτητη μεταβλητή (age), θα χρησιμοποιηθεί η ανάλυση διακύμανσης μονής κατεύθυνσης (one-way ANOVA).

Στο SPSS για την ανάλυση διακύμανσης μονής κατεύθυνσης ακολουθούνται οι παρακάτω εντολές:

Analyze → Compare means → One-Way ANOVA (Σχήμα 6-2)

Σχήμα 6-2:

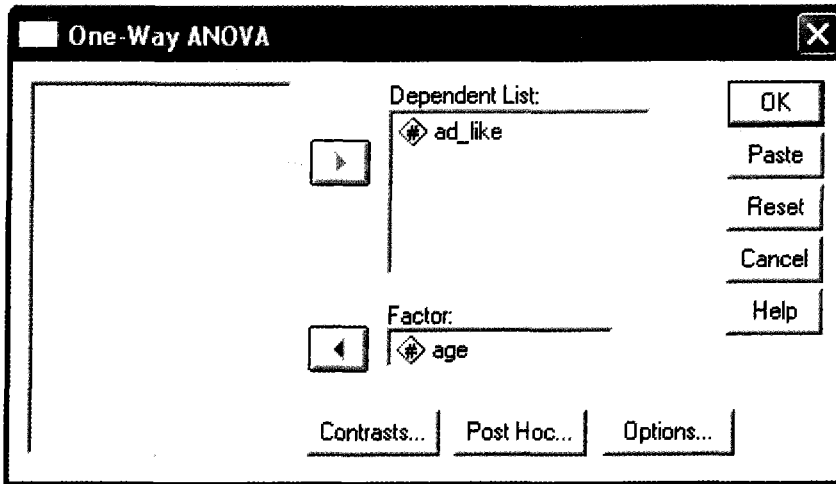
One-Way ANOVA (1ο βήμα)

	ad_like	age
1	90	
2	87	
3	55	
4	20	
5	89	
6	67	
7	24	
8	78	
9	33	
10	10	
11	58	2
12	50	3

Στη συνέχεια, ορίζεται η εξαρτημένη και η ανεξάρτητη μεταβλητή. Η μεταβλητή ad\_like επιλέγεται με το ποντίκι και μετακινείται στη dependent list. Η μεταβλητή age επιλέγεται με το ποντίκι και μετακινείται στη λίστα factor (Σχήμα 6-3).

**Σχήμα 6-3:**

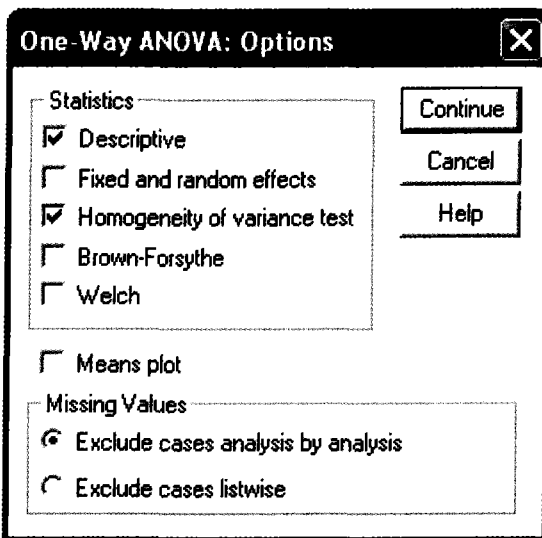
One-Way ANOVA (2ο βήμα)



Από την επιλογή Options του Σχήματος 6-3 συνηθίζεται να επιλέγονται τόσο τα περιγραφικά στοιχεία των μεταβλητών (Descriptive), όσο και ο έλεγχος ομοιογένειας της διακύμανσης (Homogeneity variance test) (Σχήμα 6-4).

**Σχήμα 6-4:**

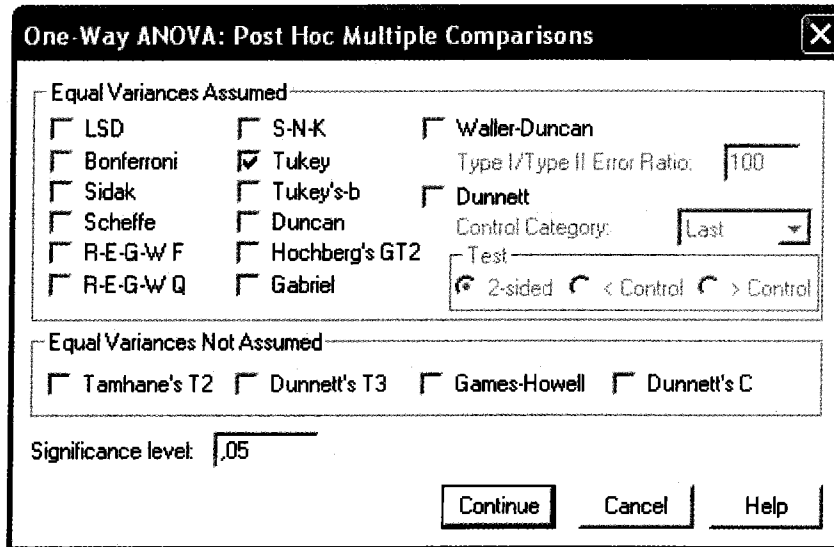
One-Way ANOVA (3ο βήμα)



Από την επιλογή Post-Hoc του Σχήματος 6-3, πατώντας το Tukey test (το Scedffe test είναι επίσης διαδεδομένο για συγκρίσεις Post-Hoc), ο ερευνητής θα έχει

μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα σχετικά με τις διαφορές μεταξύ των ηλικιακών ομάδων (Σχήμα 6-5).

**Σχήμα 6-5:**  
One-Way ANOVA (4ο βήμα)



Πατώντας την επιλογή OK, στο Output εμφανίζονται 4 βασικοί πίνακες.

Ο Πίνακας 6-1, παρουσιάζει την περιγραφική ανάλυση των δύο μεταβλητών. Παρατηρεί κάποιος ότι στη μικρότερη ηλικιακή ομάδα (15-30 ετών) το διαφημιστικό σποτ άρεσε περισσότερο (mean = 86,83) σε σχέση με τις άλλες δύο ηλικιακές ομάδες. Η διαπίστωση αυτή όμως δεν είναι αρκετή ώστε να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι η διαφορά μεταξύ των ηλικιακών ομάδων είναι σημαντική. Η διαφορά στους μέσους θα μπορούσε να οφείλεται σε τυχαίους παράγοντες και όχι στη διαφορά της ηλικίας. Για το λόγο αυτό, ο ερευνητής θα πρέπει να εστιάσει την προσοχή του στους επόμενους τρεις πίνακες του Output.

**Πίνακας 6-1: Περιγραφική Ανάλυση των Δύο Μεταβλητών**  
AD\_LIKE

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
1	6	86,83	6,047	2,469	80,49	93,18	78	95
2	8	47,38	18,639	6,590	31,79	62,96	20	67
3	6	33,83	34,885	14,242	-2,78	70,44	10	98
Total	20	55,15	30,772	6,870	40,77	69,53	10	98



Στον Πίνακα 6-2, το Levene's test ελέγχει την υπόθεση ότι η διακύμανση είναι ίδια μεταξύ των τριών ηλικιακών ομάδων. Εάν το Levene's test είναι σημαντικό σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,05 ή και μικρότερο, τότε θα πρέπει να απορριφθεί η μηδενική υπόθεση (ότι όλες οι ηλικιακές ομάδες έχουν ίσες διακυμάνσεις).

**Πίνακας 6-2: Έλεγχος Ομοιογένειας - Levene's Test**  
AD\_LIKE

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
5,858	2	17	,012

$H_0 = \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$   
 $H_1 = \sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$   
 $p < 0,05 \Rightarrow$  απορριψη  $H_0$   
 αποδοχή  $H_1$   
 (στατιστικά σημαντικά)  
 $p = 0,012 > 0,05 \Rightarrow$  αποδοχή  $H_0$

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, ισχύει ότι: Levene Statistic = 5,858 ( $p < 0,05$ ). Επειδή το Levene's test είναι σημαντικό σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,05, συμπεραίνεται ότι οι τρεις ομάδες καταναλωτών οι οποίες διαφοροποιούνται ως προς την ηλικία δεν είναι ομοιογενείς ως προς τη διακύμανση.

Στην περίπτωση που το Levene's test δεν ήταν στατιστικά σημαντικό, τότε η μηδενική υπόθεση δεν θα μπορούσε να απορριφθεί.

Στον Πίνακα 6-3, η τελευταία στήλη δίνει την πιθανότητα (p) του F-test.

$F = 9,021$  ( $df = 2, p < 0,05$ ) ή  $F_{(2,17)} = 9,021$  ( $p < 0,05$ ).

Φαίνεται, λοιπόν, ότι το p είναι στατιστικά σημαντικό. Συνεπώς, γίνεται αποδεκτό ότι η ηλικία επηρεάζει το βαθμό αρέσκειας του διαφημιστικού σποτ για το προϊόν X.

$p < 0,05 \Rightarrow$  απορριψη  $H_0$   
 αποδοχή  $H_1 \Rightarrow t_1 \neq t_2 \neq t_3$

**Πίνακας 6-3: Ανάλυση Διακύμανσης**  
AD\_LIKE

	Sun of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9233,008	2	4616,504	9,021	,002
Within Groups	8699,542	17	511,738		
Total	17932,550	19			

Το F-test αποκάλυψε ότι το κατά πόσο αρέσει το σποτ σχετίζεται σημαντικά με την ηλικία λόγω διαφορών στο μέσο καθήσθη διακύμανση της ηλικίας των καταναλωτών που συμμετείχαν στη συγκεκριμένη έρευνα. Εντούτοις, το F-test δεν εξετάζει επιμέρους διαφορές ανάμεσα στις ηλικιακές ομάδες. Με τα κριτήρια πολλαπλών συγκρίσεων Post-Hoc δίδεται η δυνατότητα να διερευνηθούν οι επιμέρους αυτές διαφορές (Πίνακας 6-4).

Διαφορές στο  
 $\mu, \sigma$

**Πίνακας 6-4:** Πολλαπλές Συγκρίσεις Post Hoc

Dependent Variable: AD\_LIKE

Tukey HSD

(I) AGE	(J) AGE	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	39,46*	12,217	,013	8,12	70,80
	3	53,00*	13,061	,002	19,49	86,51
2	1	-39,46*	12,217	,013	-70,80	-8,12
	3	13,54	12,217	,522	-17,80	44,88
3	1	-53,00*	13,061	,002	-86,51	-19,49
	2	-13,54	12,217	,522	-44,88	17,80

Ο αστερίσκος στη στήλη Mean Difference υποδηλώνει τις διαφορές μεταξύ των τριών ηλικιακών ομάδων που είναι στατιστικά σημαντικές. Για παράδειγμα, ο πρώτος συντελεστής είναι 39,46 δείχνοντας ότι η διαφορά στην αρέσκεια του σποτ μεταξύ της ηλικιακής ομάδας 15-30 και 31-50 είναι στατιστικά σημαντική ( $p < 0.05$ ). Το γεγονός ότι το F-test έδειξε ότι η ηλικία παίζει σημαντικό ρόλο στο σχηματισμό γνώμης απέναντι στη διαφήμιση, δε σημαίνει ότι η διαφορά είναι σημαντική ανάμεσα σε όλες τις ηλικιακές ομάδες. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 6-4, η διαφορά μεταξύ των ηλικιακών ομάδων 31-50 και 51-70 δεν είναι στατιστικά σημαντική (13,54 ή -13,54).

### 6.3 Ανάλυση Διακύμανσης Διπλής Κατεύθυνσης (Two-Way Analysis of Variance)

Στο προηγούμενο παράδειγμα, εκτός από την ηλικία των ερωτώμενων, εισάγεται και μια επιπλέον ανεξάρτητη μεταβλητή, το μορφωτικό επίπεδο, όπου:

1= Λύκειο/ Γυμνάσιο

2= AEI, TEI

3= Μεταπτυχιακές Σπουδές

Στο Σχήμα 6-6 παρουσιάζεται η Data View μετά την εισαγωγή και της νέας μεταβλητής (educat).

**Σχήμα 6-6:**

Two-Way ANOVA – Παράδειγμα

	ad_like	age	educat
1	90	1	1
2	87	1	1
3	55	2	2
4	20	2	2
5	89	1	1
6	67	2	2
7	24	2	1
8	78	1	3
9	33	2	1
10	10	3	1
11	58	2	3
12	50	3	2
13	12	3	2
14	95	1	1
15	98	3	2
16	62	2	1
17	60	2	3
18	22	3	2
19	11	3	2
20	82	1	2

Στο νέο παράδειγμα, εφόσον υπάρχουν δύο ανεξάρτητες κατηγοριοποιημένες μεταβλητές και μία εξαρτημένη scale μεταβλητή, θα χρησιμοποιηθεί η τεχνική της ανάλυσης διακύμανσης διπλής κατεύθυνσης. Για να γίνει η ανάλυση, θα πρέπει να ακολουθηθούν οι παρακάτω εντολές:

Analyze → General Linear Model → Univariate

Στη συνέχεια μεταφέρονται οι μεταβλητές age και educat στη λίστα fixed factors και η μεταβλητή ad\_like στη λίστα Dependent Variable. Πατώντας OK, στο output εμφανίζεται ο Πίνακας 6-5.

**Πίνακας 6-5: Test of Between Subjects Effects (Ανάλυση Διακύμανσης Διπλής Κατεύθυνσης)**

Dependent Variable: AD\_LIKE

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	10511,267 <sup>a</sup>	7	1501,610	2,428	,085
Intercept	36171,119	1	36171,119	58,488	,000
AGE	6325,552	2	3162,776	5,114	,025
EDUCAT	311,557	2	155,779	,252	,781
AGE * EDUCAT	999,922	3	333,307	,539	,665
Error	7421,283	12	618,440		
Total	78763,000	20			
Corrected Total	17932,550	19			

a. R Squared = ,586 (Adjusted R Squared = ,345)

age →  $p < 0,05 \rightarrow$  στατιστικά σημαντική  
 order →  $t_1 \neq t_2 \neq t_3$

Από τον Πίνακα 6-5, προκύπτει ότι:

Για την ηλικία (age):

 $F_{(2,12)} = 5,114, p < 0,05$  (→ στατιστικά σημαντικό)

Για το μορφωτικό επίπεδο (educat):

 $F_{(2,12)} = 0,252, p > 0,05$  (→ στατιστικά μη σημαντικό)

Για την αλληλοεπίδραση ηλικίας και μορφωτικού επιπέδου (age\*educat):

 $F_{(3,12)} = 0,539, p > 0,05$  (στατιστικά μη σημαντικό)

Άρα, η επίδραση της ηλικίας στο βαθμό αρέσκειας του τηλεοπτικού σποτ είναι σημαντική σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας  $\alpha = 0,05$ .

Αντίθετα, η επίδραση του παράγοντα «μορφωτικό επίπεδο» δε βρέθηκε να είναι στατιστικά σημαντική. Η αλληλεπίδραση ηλικίας και μορφωτικού επιπέδου επίσης δε βρέθηκε να είναι στατιστικά σημαντική.

## 6.4 Ανάλυση Διακύμανσης Διπλής Κατεύθυνσης με Επαναλαμβανόμενες Μετρήσεις (Repeated Measures)

Σε ένα πείραμα μιας διαφημιστικής εταιρείας οι συμμετέχοντες στην έρευνα είδαν συνολικά 100 διαφημιστικά μηνύματα στην τηλεόραση κάτω από τρεις διαφορετικές συνθήκες: στο δωμάτιο προβολής υπήρχε δυνατή μουσική, στο δωμάτιο υπήρχε χαμηλή μουσική και στο δωμάτιο δεν υπήρχε καθόλου μουσική. Μετά την προβολή των 100 διαφημιστικών μηνυμάτων, ρωτήθηκαν πόσα από αυτά ήταν σε θέση να ανακαλέσουν στη μνήμη τους. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας.

	Συμμετέχοντες στην Έρευνα	Αυτατή Μουσική	Χαμηλή Μουσική	Καθόλου Μουσική
Γυναίκες	1	23	26	41
	2	30	36	45
	3	29	30	39
	4	15	25	29
	5	13	19	27
Άντρες	6	16	22	30
	7	20	28	39
	8	25	34	40
	9	26	36	42
	10	28	35	46

Παρατηρούμε στο παραπάνω παράδειγμα ότι υπάρχει μία εξαρτημένη μεταβλητή (αριθμός διαφημιστικών μηνυμάτων που ανακλήθηκαν) και δύο ανεξάρτητες μεταβλητές (μουσική και φύλο). Η διαφορά του παραδείγματος αυτού με το παράδειγμα της ενότητας 6.3 είναι οι επαναλαμβανόμενες μετρήσεις που σχετίζονται με τον παράγοντα μουσική, ο οποίος έχει τρία επίπεδα.

Η εισαγωγή των στοιχείων του παραδείγματος δεν είναι τόσο περίπλοκη, εάν κάποιος κρατάει στη μνήμη του ότι κάθε γραμμή στο SPSS θα πρέπει να αντιπροσωπεύει έναν ερωτώμενο και κάθε στήλη μία μεταβλητή. Ο επαναλαμβανόμενος παράγοντας (μουσική) εκφράζεται σε τρεις στήλες (Σχήμα 6-7).

### Σχήμα 6-7:

Ανάλυση Διακύμανσης Διπλής Κατεύθυνσης με Επαναλαμβανόμενες Μετρήσεις  
– Παράδειγμα

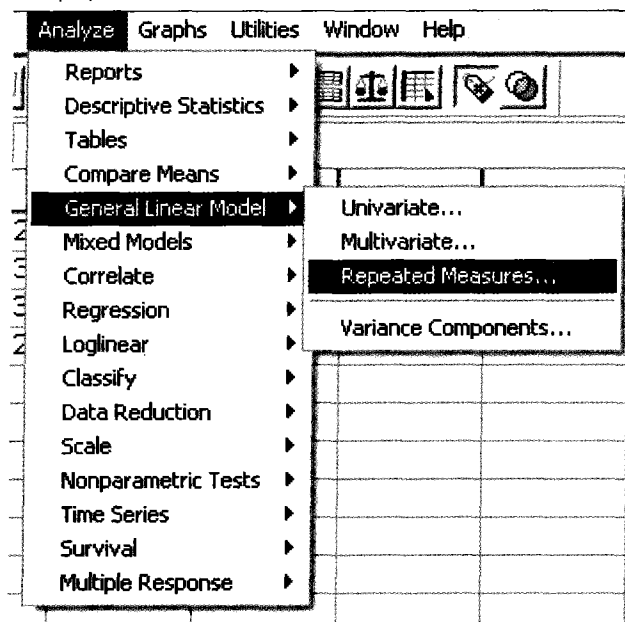
	high	low	nomusic	sex
1	23	26	41	2
2	30	36	45	2
3	29	30	39	2
4	15	25	29	2
5	13	19	27	2
6	16	22	30	1
7	20	28	39	1
8	25	34	40	1
9	26	36	42	1
10	28	35	46	1

Η διαδικασία που ακολουθείται για την ανάλυση διακύμανσης με τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις είναι:

Analyze → General linear model → Repeated measures (Σχήμα 6-8)

### Σχήμα 6-8:

Ανάλυση Διακύμανσης Διπλής Κατεύθυνσης με Επαναλαμβανόμενες Μετρήσεις (1ο βήμα)

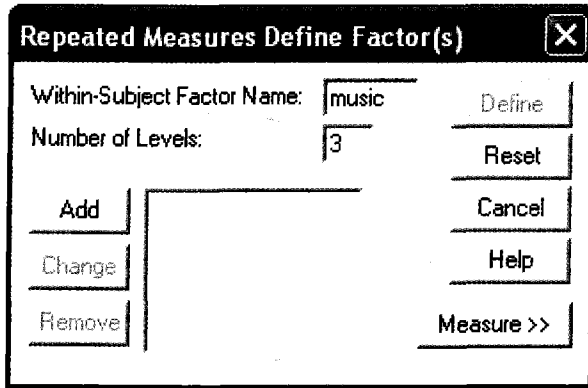


Στο πρώτο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται θα πρέπει να οριστούν τα επίπεδα του παράγοντα που επαναλαμβάνεται (η μουσική στη συγκεκριμένη περίπτωση). Στο πεδίο number of levels συμπληρώνεται ο αριθμός 3 για τα τρία επίπεδα του επαναλαμβανόμενου παράγοντα (Σχήμα 6-9).

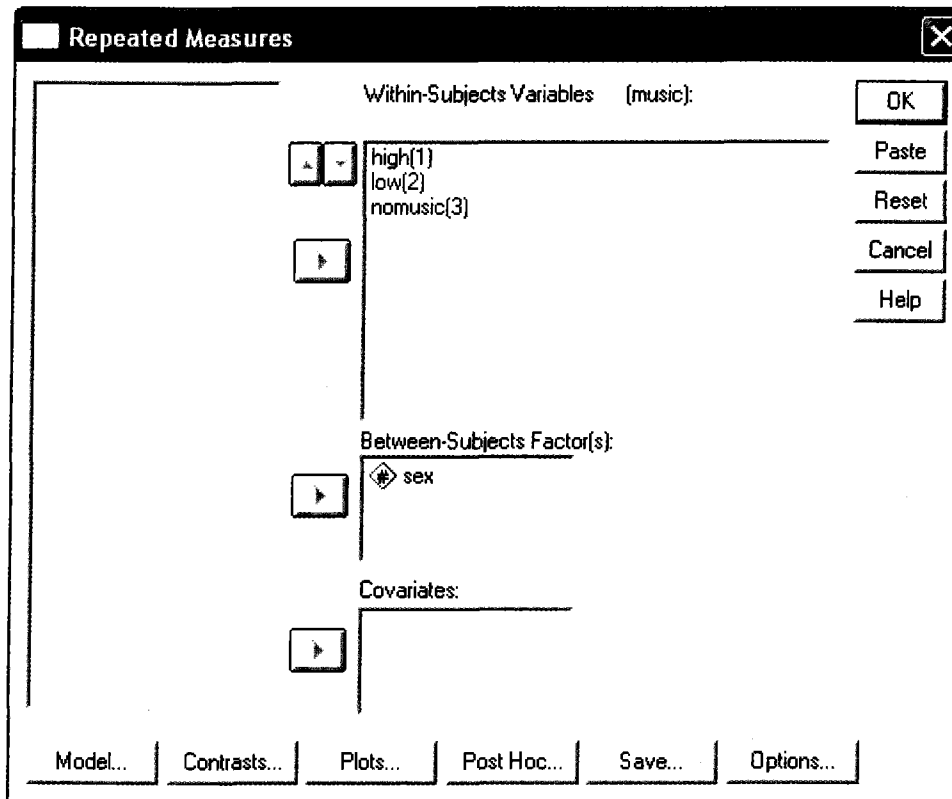
Αφού επιλεγεί το "Add", επιλέγεται το "define" για να οριστούν τα επίπεδα του επαναλαμβανόμενου παράγοντα. Στο νέο παράθυρο διαλόγου ορίζεται η μεταβλητή high ως πρώτο επίπεδο του παράγοντα, η μεταβλητή low ως το δεύτερο επίπεδο και η μεταβλητή nomusic ως το τρίτο επίπεδο. Στη λίστα between subjects factor(s) μεταφέρεται η μεταβλητή sex (εφόσον δεν είναι επαναλαμβανόμενη) (Σχήμα 6-10).

**Σχήμα 6-9:**

Ανάλυση Διακύμανσης Διπλής Κατεύθυνσης με Επαναλαμβανόμενες Μετρήσεις  
(2ο βήμα)

**Σχήμα 6-10:**

Ανάλυση Διακύμανσης Διπλής Κατεύθυνσης με Επαναλαμβανόμενες Μετρήσεις  
(3ο βήμα)



Από το Output που προκύπτει τα σημαντικά αποτελέσματα για τον επαναλαμβανόμενο παράγοντα βρίσκονται στον Πίνακα Test of Within Subjects Effects (Πίνακας 6-6).

**Πίνακας 6-6: Test of Within Subjects Effects (Ανάλυση Διακύμανσης με Επαναλαμβανόμενες Μετρήσεις)**

Measure: MEASURE\_1

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
MUSIC	Sphericity Assumed	1177,800	2	588,900	145,707	,000
	Greenhouse-Geisser	1177,800	1,778	662,575	145,707	,000
	Huynh-Feldt	1177,800	2,000	588,900	145,707	,000
	Lower-bound	1177,800	1,000	1177,800	145,707	,000
MUSIC * SEX	Sphericity Assumed	10,867	2	5,433	1,344	,289
	Greenhouse-Geisser	10,867	1,778	6,113	1,344	,289
	Huynh-Feldt	10,867	2,000	5,433	1,344	,289
	Lower-bound	10,867	1,000	10,867	1,344	,280
Error (MUSIC)	Sphericity Assumed	64,667	16	4,042		
	Greenhouse-Geisser	64,667	14,221	4,547		
	Huynh-Feldt	64,667	16,000	4,042		
	Lower-bound	64,667	8,000	8,093		

Από την πρώτη στήλη του Πίνακα 6-6 η «γραμμή» στην οποία ο ερευνητής θα πρέπει να αναζητήσει τα αποτελέσματα είναι η “Sphericity Assumed”. Με βάση τη “Sphericity Assumed”, μπορούν να εξαχθούν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

Για την επίδραση του παράγοντα μουσική:

$$F_{(2,16)} = 145,707, p < 0,001 \text{ (} \rightarrow \text{στατιστικά σημαντικό)}$$

Για την επίδραση της αλληλοεπίδρασης των παραγόντων μουσική και φύλο:

$$F_{(2,16)} = 10,867, p > 0,05 \text{ (} \rightarrow \text{στατιστικά μη σημαντικό)}$$

Για την επίδραση του παράγοντα «φύλο», τα αποτελέσματα βρίσκονται στο Output στον Πίνακα “Test of Between Subjects Effects” (Πίνακας 6-7).



**Πίνακας 6-7: Test of Between Subjects Effects (Ανάλυση Διακύμανσης με Επαναλαμβανόμενες Μετρήσεις)**

Measure: MEASURE\_1

Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	26641,200	1	26641,200	222,443	,000
SEX	53,333	1	53,333	,445	,523
Error	958,133	8	119,767		

Παρατηρείται από τον Πίνακα 6-7, σχετικά με την επίδραση του παράγοντα φύλο, ότι:

$$F_{(1,8)} = 222,443, p > 0,05 \text{ (} \rightarrow \text{στατιστικά μη σημαντικό)}$$

Στο παράδειγμα που αναλύθηκε η ένταση της μουσικής παίζει σπουδαίο ρόλο στην ικανότητα ανάκλησης των διαφημιστικών μηνυμάτων. Αντίθετα, το φύλο των ερωτώμενων δεν αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην ικανότητα ανάκλησης. Μη σημαντικό ρόλο παίζει επίσης και η αλληλεπίδραση του φύλου με την ένταση της μουσικής.

## 6.5 Ανάλυση Συνδιακύμανσης (ANCOVA)

Στην ανάλυση συνδιακύμανσης βελτιώνεται η ακρίβεια της προσέγγισης του μοντέλου στην έρευνα αγοράς αφού, εκτός από την εξαρτημένη μεταβλητή, υπάρχει και μια άλλη μεταβλητή συνδεόμενη γραμμικά με την εξαρτημένη, για την οποία ελέγχεται η επίδρασή της στην εξαρτημένη μεταβλητή.

Για τους σκοπούς μιας έρευνας, 6 έφηβοι που προέρχονται από οικογένειες διαφορετικής οικονομικής κατάστασης εκτέθηκαν σε 10 εμπορικά σήματα γνωστών επιχειρήσεων. Στη συνέχεια, τους ζητήθηκε να καταγράψουν τα ονόματα των εταιρειών στις οποίες ανήκουν τα εμπορικά αυτά σήματα. Κάποιοι ψυχολόγοι υποστηρίζουν ότι η συνδυαστική ικανότητα στην παιδική και εφηβική ηλικία σχετίζεται με το επίπεδο νοημοσύνης. Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής.

A/A	Μηνιαίο Οικογενειακό Εισόδημα	Αριθμός Προϊόντων που Αναγλήθησαν στη Μνήμη	IQ
1	Έως 1500 €	3	95
2	1501 – 3000 €	4	128
3	Πάνω από 3000 €	7	156
4	Πάνω από 3000 €	6	143
5	1501 – 3000 €	6	123
6	Έως 1500 €	2	84

Εξαρτημένη  
Περιοχή

Τα στοιχεία του παραδείγματος φαίνονται στο Σχήμα 6-11 εισηγμένα στο SPSS.

### Σχήμα 6-11:

Ανάλυση Συνδιακύμανσης – Παράδειγμα

	income	anaklisi	iq
1	1	3	95
2	2	4	128
3	3	7	156
4	3	6	143
5	2	6	123
6	1	2	84
7			

Εφόσον ο δείκτης νοημοσύνης (IQ) των παιδιών συνδέεται με τη σύνδεση του εμπορικού σήματος με το όνομα της επιχείρησης, δε θεωρείται παράγοντας της διακύμανσης αλλά της συνδιακύμανσης (συνδέεται με την εξαρτημένη μεταβλητή).

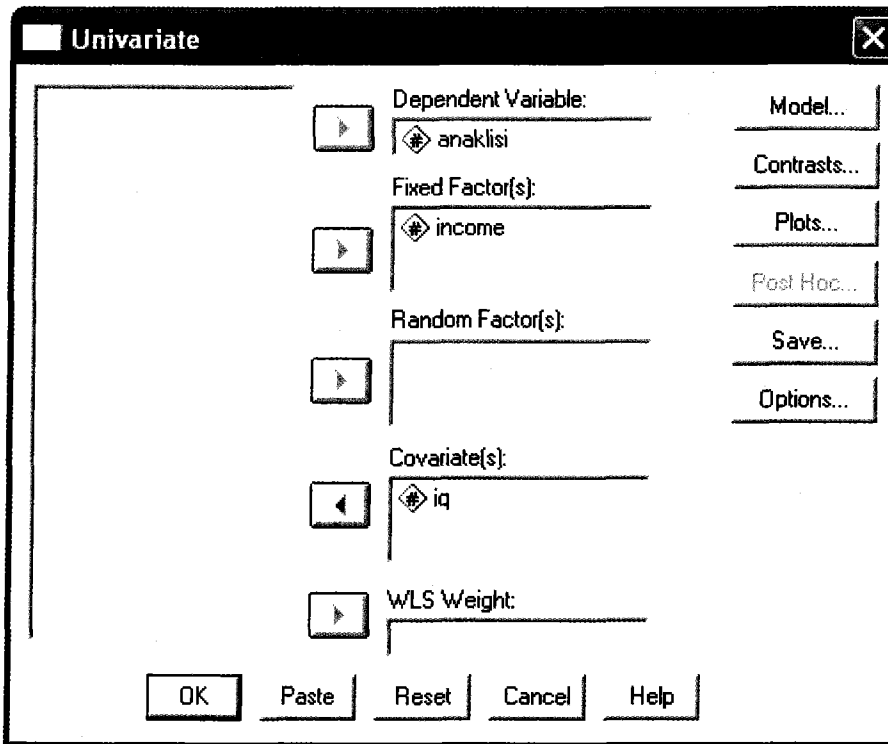
Η παραπάνω περίπτωση μοιάζει με το παράδειγμα της ενότητας 6.2, με τη μόνη διαφορά ότι υπάρχει και η έννοια της συνδιακύμανσης. Όταν στην έρευνα ο ερευνητής επιθυμεί να εισάγει την έννοια της συνδιακύμανσης, τότε ακολουθείται η εξής διαδικασία:

Analyze → General linear model → Univariate

Στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται εισάγεται η μεταβλητή anaklisi στη λίστα dependent variable, η μεταβλητή income στη λίστα fixed factor(s), ενώ η μεταβλητή IQ εισάγεται στη λίστα covariate(s) (Σχήμα 6-12).

**Σχήμα 6-12:**

Ανάλυση Συνδιακύμανσης (ANCOVA)



Στο Output εμφανίζεται ο Πίνακας Test of Between Subjects Effects (Πίνακας 6-8).

**Πίνακας 6-8: Test of Between Subjects Effects (Ανάλυση Συνδιακύμανσης)**

Dependent Variable: ANAKLISI

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	16,644 <sup>a</sup>	3	5,548	4,127	,201
Intercept	,006	1	,006	,004	,954
IQ	,311	1	,311	,231	,678
INCOME	,089	2	,045	,033	,968
Error	2,689	2	1,344		
Total	150,000	6			
Corrected Total	19,333	5			

a. R Squared = ,861 (Adjusted R Squared = ,652)

→ P > 0,05  
 In Statistical  
 significance

Από τον Πίνακα 6-10 παρατηρείται ότι ο παράγοντας της συνδιακύμανσης (IQ) δεν επιδρά σημαντικά στην ικανότητα συνδυασμού του εμπορικού σήματος με το όνομα της επιχείρησης [ $F_{(1,2)} = 0,231, p > 0,05$ ]. Επίσης, συμπεραίνεται ότι ούτε ο παράγοντας «οικογενειακή οικονομική κατάσταση» επιδρά σημαντικά στην ικανότητα συνδυασμού ( $F = 0,033, df = 2, p > 0,05$ ).

## 6.6 Πολλαπλή Ανάλυση Διακύμανσης (MANOVA)

Στην πολλαπλή ανάλυση διακύμανσης, οι εξαρτημένες μεταβλητές είναι δύο ή και περισσότερες. Εξετάζεται η επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών στις εξαρτημένες καθώς και η συσχέτιση μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών.

Για παράδειγμα, σε μία έρευνα αγοράς συμμετείχαν 11 ερωτώμενοι. Σκοπός της έρευνας ήταν να διερευνηθεί η επίδραση της ηλικίας και του ατομικού εισοδήματος στην εβδομαδιαία ακρόαση δύο ραδιοφωνικών σταθμών, του ARadio και του BRadio. Στο Σχήμα 6-13 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας μετά την εισαγωγή τους στο SPSS, όπου:

Για τη μεταβλητή income:

1 = λιγότερα από €1000 το μήνα

2 = €1001-€1500 το μήνα

3 = πάνω από €1500 το μήνα

Για τη μεταβλητή age:

1 = 15-30 ετών

2 = 31-50 ετών

3 = πάνω από 50 ετών

} 2 ανεξάρτητες  
μεταβλητές

### Σχήμα 6-13:

Πολλαπλή Ανάλυση Διακύμανσης – Παράδειγμα

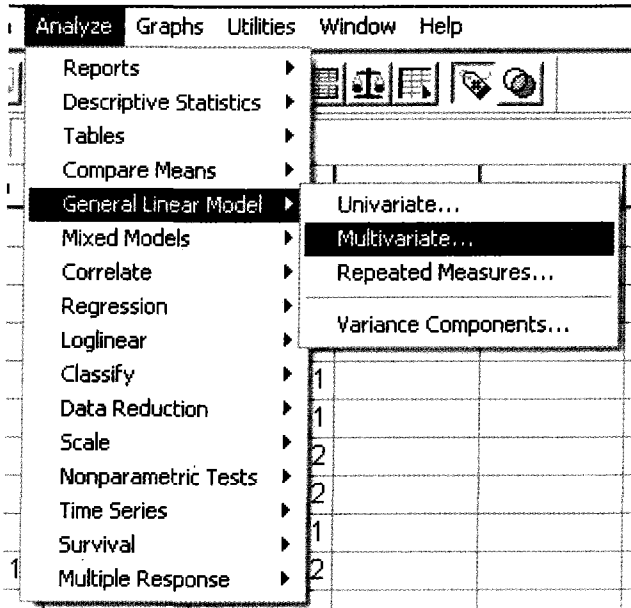
	aradio	bradio	age	income
1	2	7	3	1
2	3	4	3	2
3	30	5	1	2
4	22	5	1	3
5	10	9	2	2
6	1	10	3	1
7	19	5	1	3
8	20	2	1	3
9	9	3	2	2
10	2	15	3	1
11	4	4	3	3

Επειδή οι εξαρτημένες μεταβλητές είναι δύο (ώρες ακρόασης του ARadio και ώρες ακρόασης του BRadio), θα χρησιμοποιηθεί η πολλαπλή ανάλυση διακύμανσης. Η διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί είναι η εξής:

Analyze → General linear model → Multivariate (Σχήμα 6-14)

### Σχήμα 6-14:

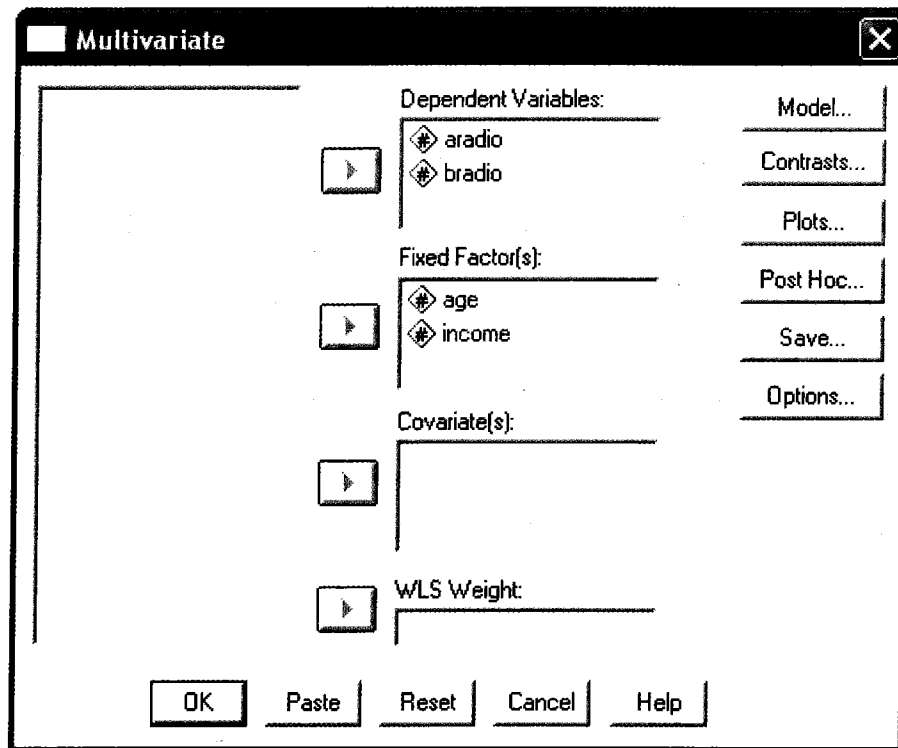
Πολλαπλή Ανάλυση Διακύμανσης (1ο βήμα)



Στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται οι μεταβλητές aradio και bradio μεταφέρονται στη λίστα dependent variables και οι μεταβλητές age και income μεταφέρονται στη λίστα fixed factor(s) (Σχήμα 6-15).

Σχήμα 6-15:

Πολλαπλή Ανάλυση Διακύμανσης (2ο βήμα)



Ο Πίνακας των πολυμεταβλητών ελέγχων (Multivariate Tests) του Output (Πίνακας 6-9) ελέγχει την επίδραση του κάθε παράγοντα στις εξαρτημένες μεταβλητές. Το SPSS παρουσιάζει τα αποτελέσματα τεσσάρων διαφορετικών πολυμεταβλητών στατιστικών ελέγχων. Το Hotelling's Trace test χρησιμοποιείται κυρίως όταν υπάρχουν δύο εξαρτημένες μεταβλητές (όπως στο συγκεκριμένο παράδειγμα). Το Wilks' Lambda test είναι περισσότερο κατάλληλο σε περιπτώσεις που υπάρχουν περισσότερες από δύο εξαρτημένες μεταβλητές.

Πίνακας 6-9: Multivariate Tests (Πολληπλή Ανάλυση Διακύμανσης)

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	,996	466,539 <sup>a</sup>	2,000	4,000	,000
	Wilks' Lambda	,004	466,539 <sup>a</sup>	2,000	4,000	,000
	Hotelling's Trace	233,269	466,539 <sup>a</sup>	2,000	4,000	,000
	Roy's Largest Root	233,269	466,539 <sup>a</sup>	2,000	4,000	,000
AGE	Pillai's Trace	1,034	2,677	4,000	10,000	,094
	Wilks' Lambda	,008	19,761 <sup>a</sup>	4,000	8,000	,000
	Hotelling's Trace	112,348	84,261	4,000	6,000	,000
	Roy's Largest Root	112,303	280,757 <sup>b</sup>	2,000	5,000	,000
INCOME	Pillai's Trace	1,276	4,404	4,000	10,000	0,26
	Wilks' Lambda	,088	4,752 <sup>a</sup>	4,000	8,000	0,29
	Hotelling's Trace	6,253	4,690	4,000	6,000	,047
	Roy's Largest Root	5,500	13,751 <sup>b</sup>	2,000	5,000	,009
AGE * INCOME	Pillai's Trace	,861	12,346 <sup>a</sup>	2,000	4,000	,019
	Wilks' Lambda	,139	12,346 <sup>a</sup>	2,000	4,000	,019
	Hotelling's Trace	6,173	12,346 <sup>a</sup>	2,000	4,000	,019
	Roy's Largest Root	6,173	12,346 <sup>a</sup>	2,000	4,000	,019

a. Exact statistic

b. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

Από τον Πίνακα 6-9 και χρησιμοποιώντας ως κριτήριο ανάλυσης το Hotelling's Trace test προκύπτει:

Για τον παράγοντα ηλικία (age):

$$F(4,6) = 6,00, p < 0,001 \rightarrow \text{στατιστικά σημαντικό}$$

Για τον παράγοντα εισόδημα (income):

$$F(4,6) = 6,0, p < 0,05 \rightarrow \text{στατιστικά σημαντικό}$$

Για την αλληλεπίδραση των παραγόντων ηλικία και εισόδημα (age\*income):

$$F(2,4) = 4,0, p < 0,05 \rightarrow \text{στατιστικά σημαντικό}$$

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι η ηλικία, το εισόδημα αλλά και η αλληλεπίδραση των δύο επηρεάζουν σημαντικά τις ώρες ακρόασης των ραδιοφωνικών σταθμών ARadio και BRadio.

Ο Πίνακας 6-10 παρουσιάζει τις επιδράσεις της ανάλυσης διακύμανσης μονής κατεύθυνσης για τον κάθε παράγοντα ξεχωριστά.

**Πίνακας 6-10: Tests of Between-Subjects Effects (Πολληπλή Ανάλυση Διακύμανσης)**

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	ARADIO	1001,076 <sup>a</sup>	5	200,215	171,613	,000
	BRADIO	85,515 <sup>b</sup>	5	17,103	1,509	,331
Intercept	ARADIO	1350,297	1	1350,297	1157,397	,000
	BRADIO	386,639	1	386,639	34,115	,002
AGE	ARADIO	612,333	2	306,167	262,429	,000
	BRADIO	2,550	2	1,275	,112	,896
INCOME	ARADIO	26,567	2	13,283	11,386	,014
	BRADIO	53,633	2	26,817	2,366	,189
AGE * INCOME	ARADIO	34,133	1	34,133	29,257	,003
	BRADIO	,300	1	,300	,026	,877
Error	ARADIO	5,833	5	1,167		
	BRADIO	56,667	5	11,333		
Total	ARADIO	2360,000	11			
	BRADIO	575,000	11			
Corrected Total	ARADIO	1006,909	10			
	BRADIO	142,182	10			

a. R Squared = ,994 (Adjusted R Squared = ,988)

b. R Squared = ,601 (Adjusted R Squared = ,203)

Ο παράγοντας «ηλικία» επιδρά σημαντικά στις ώρες ακρόασης του ραδιοφωνικού σταθμού ARadio [ $F_{(2,5)} = 262,429, p < 0,001$ ], ενώ δεν παίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της ακρόασης του BRadio [ $F_{(2,5)} = 0,112, p > 0,05$ ].

Ο παράγοντας «εισόδημα» βρέθηκε να επηρεάζει σημαντικά τη διάρκεια ακρόασης του ARadio [ $F_{(2,5)} = 11,386, p < 0,05$ ]. Όμως το εισόδημα, όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα του Πίνακα 6-10, δεν επιδρά σημαντικά στις ώρες ακρόασης του ραδιοφωνικού σταθμού BRadio [ $F_{(2,5)} = 2,366, p > 0,05$ ].

Η αλληλεπίδραση των παραγόντων «ηλικία» και «εισόδημα» βρέθηκε να είναι στατιστικά σημαντική μόνο για την περίπτωση του ARadio [ $F_{(1,5)} = 29,257, p < 0,005$ ].



## 6.7 Πολλαπλή Ανάλυση Συνδιακύμανσης (MANCOVA)

Στην πολλαπλή ανάλυση συνδιακύμανσης υπάρχουν δύο ή περισσότερες εξαρτημένες μεταβλητές (όπως και στην πολλαπλή ανάλυση διακύμανσης) με τη διαφορά ότι υπάρχει και ένας ή περισσότεροι παράγοντες συνδιακύμανσης (covariates).

Αν γίνει η υπόθεση ότι οι ώρες ακρόασης ραδιόφωνου σχετίζονται με τις ώρες οδήγησης, τότε στο παράδειγμα της ενότητας 6.6 προστίθεται η μεταβλητή «ώρες οδήγησης» ως παράγοντας συνδιακύμανσης (Σχήμα 6-16).

### Σχήμα 6-16:

Πολλαπλή Ανάλυση Συνδιακύμανσης – Παράδειγμα

	aradio	bradio	age	income	drive
1	2	7	3	1	2
2	3	4	3	2	4
3	30	5	1	2	9
4	22	5	1	3	7
5	10	9	2	2	5
6	1	10	3	1	1
7	19	5	1	3	6
8	20	2	1	3	6
9	9	3	2	2	5
10	2	15	3	1	3
11	4	4	3	3	2
12					

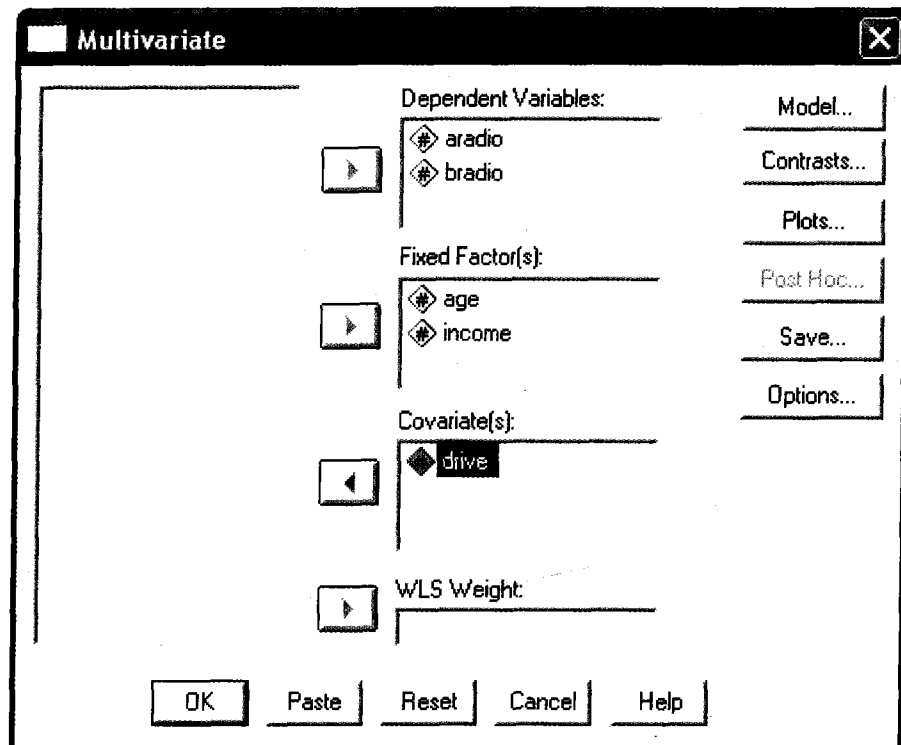
Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να εκτελεστεί η πολλαπλή ανάλυση συνδιακύμανσης ως εξής:

Analyze → General linear model → Multivariate

Στο παράθυρο διαλόγου που εμφανίζεται εισάγονται οι μεταβλητές aradio και bradio στη λίστα dependent variables, οι μεταβλητές age και income στη λίστα fixed factor(s) και η μεταβλητή drive στη λίστα covariate(s) (Σχήμα 6-17).

**Σχήμα 6-17:**

Πολλαπλή Ανάλυση Συνδιακύμανσης (1ο βήμα)



Ο Πίνακας Multivariate Tests (Πίνακας 6-12) εμφανίζεται στο Output και αναλύει την επίδραση των παραγόντων της διακύμανσης και της συνδιακύμανσης στις δύο εξαρτημένες μεταβλητές (ARadio και BRadio).

**Πίνακας 6-11: Test of Between Subjects Effects (Πολληπλή Ανάλυση Συνδιακύμανσης)**

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	ARADIO	1003,742 <sup>a</sup>	6	167,290	211,314	,000
	BRADIO	99,015 <sup>b</sup>	6	16,503	1,529	,355
Intercept	ARADIO	5,816	1	5,816	7,347	,054
	BRADIO	2,229	1	2,229	,207	,673
DRIVE	ARADIO	2,667	1	2,667	3,368	,140
	BRADIO	13,500	1	13,500	1,251	,326
AGE	ARADIO	32,383	2	16,192	20,453	,008
	BRADIO	14,668	2	7,334	,680	,557
INCOME	ARADIO	1,445	2	,722	,913	,472
	BRADIO	67,099	2	33,549	3,109	,153
AGE * INCOME	ARADIO	28,571	1	28,571	36,090	,004
	BRADIO	,071	1	,071	,007	,939
Error	ARADIO	3,167	4	,792		
	BRADIO	43,167	4	10,792		
Total	ARADIO	2360,000	11			
	BRADIO	575,000	11			
Corrected Total	ARADIO	1006,909	10			
	BRADIO	142,182	10			

a. R Squared = ,997 (Adjusted R Squared = ,992)

b. R Squared = ,696 (Adjusted R Squared = ,241)

Από τον Πίνακα 6-11 συμπεραίνεται ότι ο παράγοντας «ηλικία» επιδρά σημαντικά στις ώρες ακρόασης του ARadio [ $F_{(2,4)} = 20,453, p < 0,05$ ], ενώ δεν παίζει σημαντικό ρόλο για την ακρόαση του BRadio [ $F_{(2,4)} = 0,680, p > 0,05$ ].

Αντίθετα, το εισόδημα βρέθηκε να μην επηρεάζει σημαντικά τις ώρες ακρόασης του ARadio [ $F_{(2,4)} = 0,913, p > 0,05$ ] ούτε τις ώρες ακρόασης του BRadio [ $F_{(2,4)} = 3,109, p > 0,05$ ].

Η αλληλεπίδραση των παραγόντων ηλικία και εισόδημα βρέθηκε να είναι στατιστικά σημαντική για το ARadio [ $F_{(1,4)} = 36,090, p < 0,005$ ]. Για το BRadio η αλληλεπίδραση των παραγόντων ηλικία και εισόδημα αποδείχτηκε στατιστικά μη σημαντική [ $F_{(2,4)} = 0,07, p > 0,05$ ].

Ο παράγοντας συνδιακύμανσης (drive) βρέθηκε να μην επηρεάζει σημαντικά τη διάρκεια ακρόασης των δύο ραδιοφωνικών σταθμών [ $F_{(2,4)} = 3,368, p > 0,05$  για το ARadio και  $F_{(2,4)} = 1,251, p > 0,05$  για το BRadio].

## 6.8 Αντιθέσεις (Contrasts) Μεταξύ των Επιπέδων ενός Παράγοντα

Οι αντιθέσεις (contrasts) στην ανάλυση διακύμανσης και συνδιακύμανσης επιτρέπουν τον έλεγχο των διαφορών μεταξύ των επιπέδων ενός παράγοντα.

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει το χρόνο (λεπτά της ώρας) που ξόδεψαν 9 γυναίκες τριών διαφορετικών ηλικιακών ομάδων σ' ένα κατάστημα με ρούχα κάτω από τέσσερις διαφορετικές συνθήκες (το κατάστημα είχε μουσική με ελληνικούς στίχους –M1, είχε μουσική με αγγλικούς στίχους –M2, είχε μουσική χωρίς στίχους –M3 και δεν είχε καθόλου μουσική –M4).

	Αριθμοί Ερωτούμενων	M1	M2	M3	M4
20-30	1	17	23	22	46
	2	19	21	21	50
	3	20	26	20	51
31-40	4	24	31	34	62
	5	23	35	33	64
	6	26	32	31	59
41-60	7	31	37	29	77
	8	30	32	34	79
	9	32	34	31	74

Το παραπάνω παράδειγμα ομοιάζει με εκείνο της ενότητας 6.4 (Ανάλυση Διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις).

Η εισαγωγή των στοιχείων στο SPSS φαίνεται στο Σχήμα 6-18.

**Σχήμα 6-18:**

Αντιθέσεις (Contrasts) Μεταξύ των Επιπέδων ενός Παράγοντα – Παράδειγμα

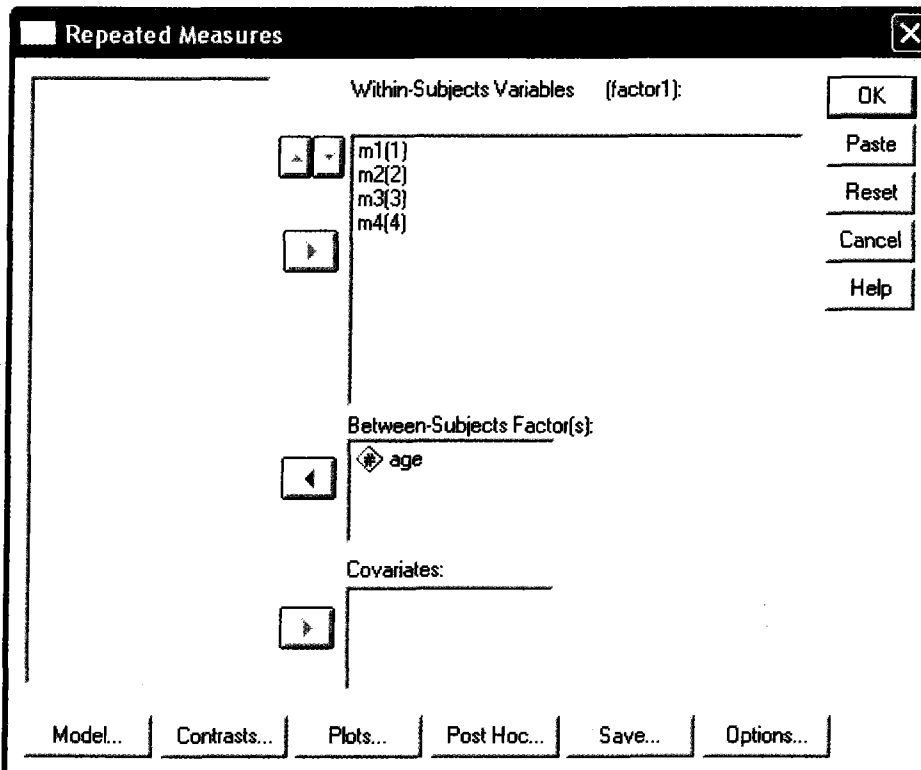
	m1	m2	m3	m4	age	
1	17	23	22	46	1	1
2	19	21	21	50	1	1
3	20	26	20	51	1	1
4	24	31	34	62	2	2
5	23	35	33	64	2	2
6	26	32	31	59	2	2
7	31	37	29	77	3	3
8	30	32	34	79	3	3
9	32	34	31	74	3	3

Ο παράγοντας «μουσική» είναι επαναλαμβανόμενος παράγοντας με τέσσερα επίπεδα και εισάγεται στη λίστα των within subjects variables. Ο παράγοντας «ηλικία» είναι μη επαναλαμβανόμενος και εισάγεται στη λίστα between subjects factor(s) (Σχήμα 6-19).

+ Contrasts factors → music

**Σχήμα 6-19:**

Αντιθέσεις (Contrasts) Μεταξύ των Επιπέδων ενός Παράγοντα (1ο βήμα)



Από το Output και τον Πίνακα Tests of Between Subjects Effects (Πίνακας 6-12) συμπεραίνεται ότι η ηλικία επιδρά σημαντικά στο χρόνο που ξόδεψαν οι γυναίκες στο κατάστημα με τα ρούχα [ $F(1,6) = 230,690, p < 0,001$ ].

**Πίνακας 6-12: Tests of Between Subjects Effects – Αντιθέσεις Contrasts Μεταξύ των Επιπέδων ενός Παράγοντα**

Measure: MEASURE\_1  
Transformed Variable: Average

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	47669,444	1	47669,444	15186,726	,000
AGE	1448,222	2	724,111	230,690	,000
Error	18,833	3	3,139		

Από τον Πίνακα 6-13 (Tests of Within Subjects Effects) προκύπτει ότι ο παράγοντας «μουσική» επηρεάζει σημαντικά το χρόνο παραμονής στο κατάστημα [ $F(3,18) = 2761,815, p < 0,001$ ]. Ομοίως, η αλληλεπίδραση της ηλικίας με τη μουσική βρέθηκε να είναι στατιστικά σημαντική [ $F(6,18) = 13,628, p < 0,001$ ]. Αυτό σημαίνει ότι ο χρόνος παραμονής στο κατάστημα ρούχων κατά τη διάρκεια των τεσσάρων μουσικών συνθηκών διαφέρει ανάλογα με την ηλικία.

**Πίνακας 6-13: Tests of Within Subjects Effects – Αντιθέσεις Contrasts Μεταξύ των Επιπέδων ενός Παράγοντα**

Source		Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
FACTOR1	Sphericity Assumed	8285,444	3	2761,815	583,710	,000
	Greenhouse-Geisser	8285,444	2,473	3350,116	583,710	,000
	Huynh-Feldt	8285,444	3,000	2761,815	583,710	,000
	Lower-bound	8285,444	1,000	8285,444	583,710	,000
FACTOR1 * AGE	Sphericity Assumed	386,889	6	64,481	13,628	,000
	Greenhouse-Geisser	386,889	4,946	78,217	13,628	,000
	Huynh-Feldt	386,889	6,000	64,481	13,628	,000
	Lower-bound	386,889	2,000	193,444	13,628	,006
Error (FACTOR1)	Sphericity Assumed	85,167	18	4,731		
	Greenhouse-Geisser	85,167	14,839	5,739		
	Huynh-Feldt	85,167	18,000	4,731		
	Lower-bound	85,167	6,,000	14,194		

Αν αντί για OK επελέγετο το Paste (έτσι ώστε οι εντολές να καταχωρηθούν στο Syntax Window), το Syntax Window θα ήταν όπως στο Σχήμα 6-20.

**Σχήμα 6-20:**

Αντιθέσεις (Contrasts) Μεταξύ των Επιπέδων ενός Παράγοντα (2ο βήμα)

The screenshot shows the 'Syntax1 - SPSS Syntax Editor' window. The menu bar includes File, Edit, View, Analyze, Graphs, Utilities, Run, Window, and Help. The toolbar contains icons for file operations, editing, and execution. The main text area contains the following syntax:

```

GLM
  m1 m2 m3 m4 BY age
  /WSFACTOR = m 4 Polynomial
  /METHOD = SSTYPE(3)
  /CRITERIA = ALPHA(.05)
  /WSDESIGN = m
  /DESIGN = age .
  
```

At the bottom right of the window, a status bar indicates 'SPSS Processor is ready'.

Ο διευθυντής του καταστήματος ρούχων υποθέτει με βάση την εμπειρία του ότι ο χρόνος παραμονής στο κατάστημα είναι μεγαλύτερος για τις μεγαλύτερες σε ηλικία γυναίκες (41-60 ετών) σε σχέση με τις μικρότερες (20-40 ετών).

Για να διερευνηθεί η υπόθεση του διευθυντή θα πρέπει να συγκριθούν οι ηλικιακές ομάδες 20-30 και 31-40 σε σχέση με την ηλικιακή ομάδα 41-60.

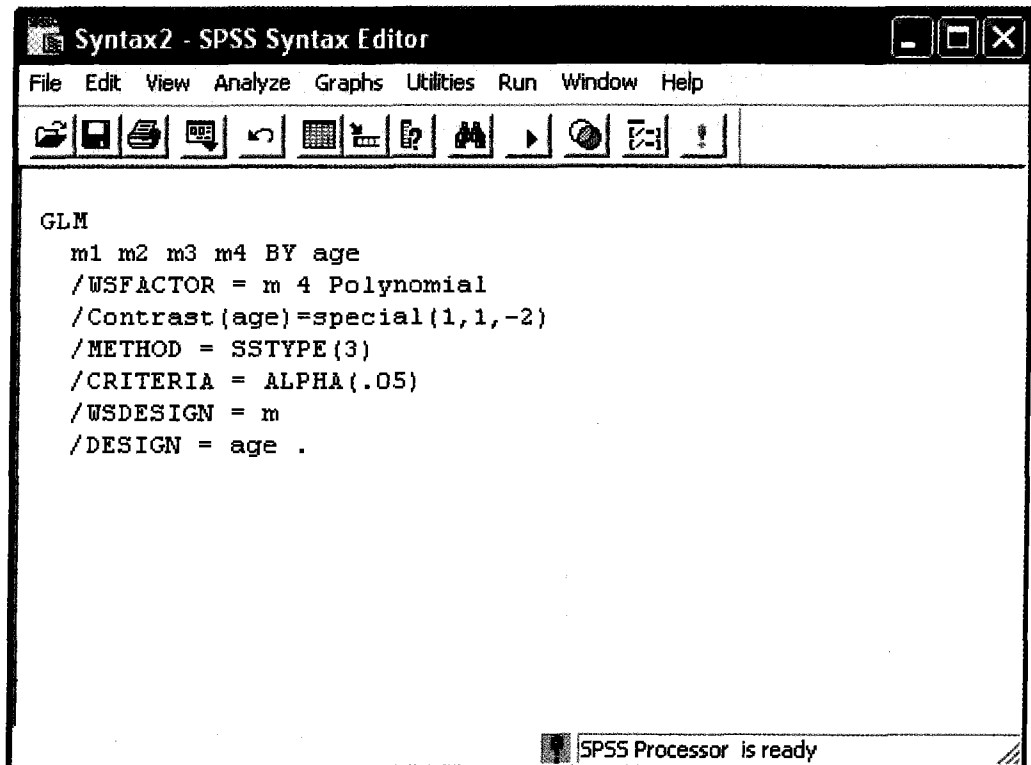
Οι επιμέρους συγκρίσεις μεταξύ των επιπέδων ενός παράγοντα, ή αλλιώς αντιθέσεις (contrasts), μπορούν να πραγματοποιηθούν στο SPSS με τη χρήση του Syntax Window.

Για να γίνει η σύγκριση που επιθυμείται στο συγκεκριμένο παράδειγμα, θα πρέπει να προστεθεί κάτω από την εντολή `/WSFACTOR = m 4 Polynomial` του Syntax το εξής:

`/Contrast(age)=special (1,1,-2)` (Σχήμα 6-21).

**Σχήμα 6-21:**

Αντιθέσεις (Contrasts) Μεταξύ των Επιπέδων ενός Παράγοντα (3ο βήμα)



Επιλέγοντας την εντολή `/Contrast(age)=special (1,1,-2)`, προκύπτει ο Πίνακας 6-14.

**Πίνακας 6-14:** Αποτελέσματα Αντιθέσεων

Measure: MEASURE\_1

Transformed Variable: AVERAGE

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	217,014	1	217,014	276,549	,000
Error	4,708	6	,785		

Επειδή  $F_{(1,6)} = 276,549$  ( $p < 0,001$ ), η διαφορά θεωρείται στατιστικά σημαντική. Επομένως, η διαφορά στο μέσο χρόνο παραμονής στο κατάστημα ρούχων μεταξύ των ηλικιακών ομάδων 20-30 (μέσος χρόνος = 28) και 31-40 (μέσος χρόνος = 37,83) σε σύγκριση με την ηλικιακή ομάδα 41-60 (μέσος χρόνος = 43,33) είναι στατιστικά σημαντική. Συνεπώς, η πρόβλεψη του διευθυντή επαληθεύεται.



Η εντολή /Contrast(age)=special (1,1,-2) στηρίζεται στη λογική ότι το άθροισμα των συντελεστών της σύγκρισης πρέπει να είναι μηδέν. Αν, για παράδειγμα, ήταν επιθυμητή η σύγκριση της ηλικιακής ομάδας 20-30 με τις ομάδες 31-40 και 41-60, τότε στο Syntax Window θα γραφόταν:

/Contrast(age)=special (-2,1,1)

Στην περίπτωση που υπήρχαν τέσσερις ηλικιακές ομάδες και ζητείτο η σύγκριση μεταξύ των δύο πρώτων σε σχέση με τις άλλες δύο, τότε η εντολή στο Syntax Window θα ήταν:

/Contrast(age)=special (-1,-1,1,1)

### 6.9 Αντιθέσεις (Contrasts) Μεταξύ των Επιπέδων ενός Παράγοντα με τη Χρήση Ψευδομεταβλητών

Η χρήση ψευδομεταβλητών διευκολύνει την ανάλυση διακύμανσης στην περίπτωση που υπάρχουν δύο ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές και επιθυμείται η σύγκριση μιας υποομάδας ερωτώμενων, η οποία συνδυάζει χαρακτηριστικά και των δύο ανεξάρτητων μεταβλητών με μία άλλη υποομάδα υποομάδα (π.χ., σύγκριση επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται στον κλάδο της οινοποιίας και απασχολούν κάτω από 50 εργαζόμενους με επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στον κλάδο της ζυθοποιίας και απασχολούν πάνω από 50 εργαζόμενους). Στο παράδειγμα που ακολουθεί φαίνεται καθαρά η ανάγκη για χρήση ψευδομεταβλητών.

Αγόρια και κορίτσια προερχόμενα από ένα ιδιωτικό και ένα δημόσιο σχολείο της Αθήνας ρωτήθηκαν πόσες ώρες την εβδομάδα παρακολουθούν τηλεόραση. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τα στοιχεία που συλλέχθηκαν.

	Sex	
	1	2
	Αγόρια	Κορίτσια
Ιδιωτικό Σχολείο	4	6
	3	5
	8	3
	9	2
Δημόσιο Σχολείο	10	15
	8	20
	14	9
	7	8

school  
1  
2

3

4

Ένας ψυχολόγος που συμμετέχει στην έρευνα υποστηρίζει ότι τα κορίτσια που φοιτούν σε δημόσιο σχολείο βλέπουν τηλεόραση περισσότερο σε σχέση με τα αγόρια που φοιτούν σε ιδιωτικό σχολείο. Προκειμένου να διερευνηθεί εάν η υπόθεση του ψυχολόγου ισχύει, θα πρέπει να συγκριθούν συγχρόνως τα επίπεδα των δύο παραγόντων (σχολείο και φύλο). Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο, θα πρέπει να δημιουργηθεί μια νέα μεταβλητή, η οποία ονομάζεται ψευδομεταβλητή (αφού ουσιαστικά δεν προκύπτει από τα δεδομένα της έρευνας αλλά προστίθεται από τον ερευνητή για να διευκολύνει τους σκοπούς της ανάλυσης). Στο Σχήμα 6-22 παρουσιάζονται τα στοιχεία που συλλέχθηκαν μετά την εισαγωγή τους στο SPSS. Η τελευταία στήλη (group) είναι η ψευδομεταβλητή.

### Σχήμα 6-22:

Αντιθέσεις Μεταξύ των Επιπέδων ενός Παράγοντα με τη Χρήση Ψευδομεταβλητών – Παράδειγμα

	tv_hours	sex	school	group
1	4	1	1	1
2	3	1	1	1
3	8	1	1	1
4	9	1	1	1
5	6	2	1	2
6	5	2	1	2
7	3	2	1	2
8	2	2	1	2
9	10	1	2	3
10	8	1	2	3
11	14	1	2	3
12	7	1	2	3
13	15	2	2	4
14	20	2	2	4
15	9	2	2	4
16	8	2	2	4

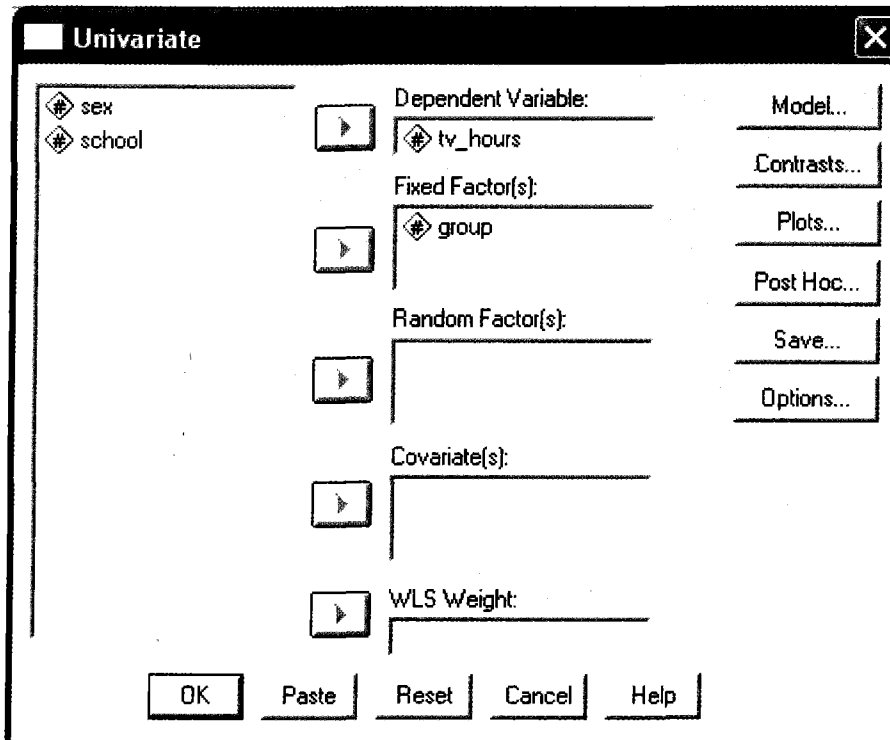
Για να ερευνηθούν οι διαφορές μεταξύ του τύπου των σχολείων και του φύλου, ακολουθείται η διαδικασία της ανάλυσης διακύμανσης διπλής κατεύθυνσης με την εξής διαδικασία:

Analyze → General linear model → Univariate

Στη λίστα dependent variable επιλέγεται η μεταβλητή tv\_hours, ενώ στη λίστα fixed factors η μεταβλητή groups (Σχήμα 6-23).

**Σχήμα 6-23:**

Αντιθέσεις Μεταξύ των Επιπέδων ενός Παράγοντα με τη Χρήση Ψευδομεταβλητών  
(1ο βήμα)

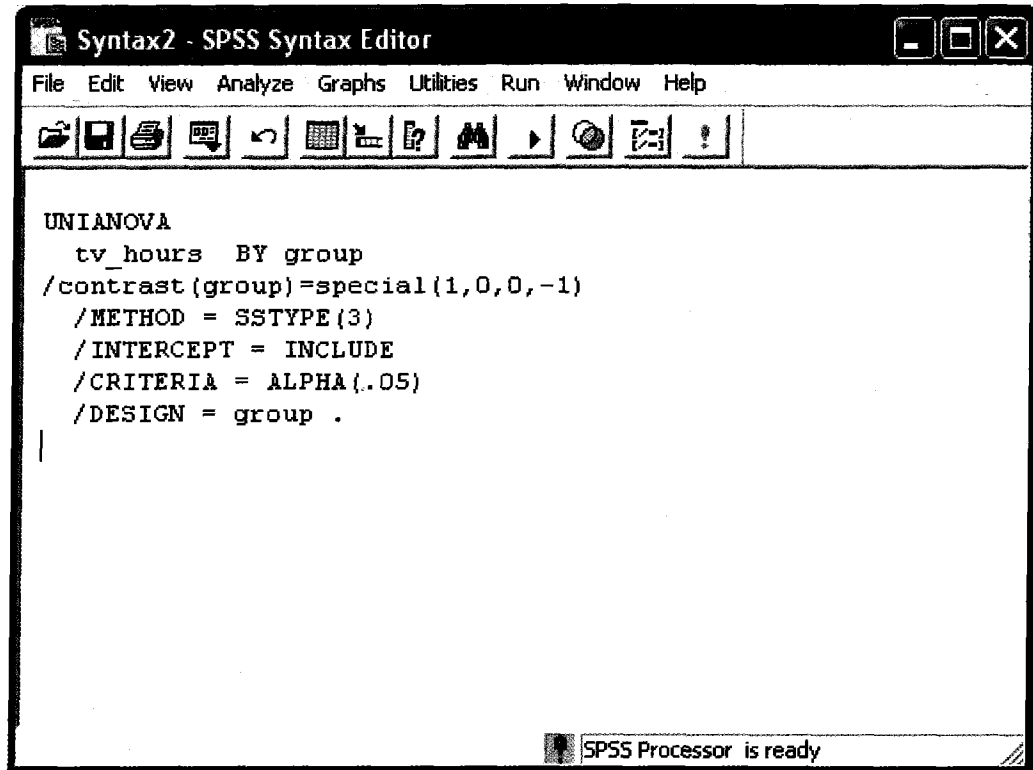


Πατώντας “Paste” εμφανίζεται το παράθυρο Syntax. Κάτω από την εντολή  
tv\_hours BY group συμπληρώνεται το εξής:

/contrast(group)=special(-1,0,0,1) (Σχήμα 6-24).

**Σχήμα 6-24:**

Αντιθέσεις Μεταξύ των Επιπέδων ενός Παράγοντα με τη Χρήση Ψευδομεταβλητών  
(2ο βήμα)



Πατώντας “run” προκύπτει ο Πίνακας 6-15.

**Πίνακας 6-15:** Αποτελέσματα Αντιθέσεων με τη Χρήση Ψευδομεταβλητής  
Dependent Variable: TV\_HOURS

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	98,000	1	98,000	7,408	,019
Error	158,750	12	13,229		

Στην προκειμένη περίπτωση,  $F_{(1,12)} = 7,408$  ( $p < 0,05$ ). Άρα, η διαφορά στον εβδομαδιαίο χρόνο παρακολούθησης τηλεόρασης μεταξύ κοριτσιών που φοιτούν σε δημόσιο σχολείο (μέσος χρόνος = 13 ώρες) και αγοριών που φοιτούν σε ιδιωτικό σχολείο (μέσος χρόνος = 6 ώρες) είναι στατιστικά σημαντική. Συνεπώς, η πρόβλεψη του ψυχολόγου επαληθεύεται.

## Περίληψη

Η ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) χρησιμοποιεί το t-test για να εξετάσει τις διαφορές μεταξύ των μέσων τριών ή περισσότερων ομάδων. Για παράδειγμα, η ANOVA εφαρμόζεται για να εντοπιστούν διαφορές ανάμεσα σε τρεις ηλικιακές ομάδες (π.χ. 15-20, 21-25 και 26-30 ετών) ως προς το μέσο μηνιαίο χρηματικό ποσό που ξοδεύουν για ρούχα. Για την ANOVA, η βασική προϋπόθεση είναι η ύπαρξη κατηγοριοποιημένων ανεξάρτητων μεταβλητών (π.χ. ηλικιακές ομάδες, κατηγορίες επαγγελμάτων, κατηγορίες εισοδήματος, κ.ά.) και μίας εξαρτημένης μεταβλητής (π.χ. χρηματικό ποσό, στάση απέναντι σ' ένα προϊόν, αξιολόγηση μιας διαφήμισης, κ.ά.). Οι ερευνητικές υποθέσεις είναι:  $H_0$ : Οι μέσοι των ομάδων που εξετάζονται (π.χ., μέσο εισόδημα, μέσες πωλήσεις) είναι ίσοι (οι διαφορές οφείλονται σε τυχαίους παράγοντες) και  $H_1$ : Οι μέσοι των ομάδων διαφέρουν (η διαφορά οφείλεται στην επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής). Η ανάλυση διακύμανσης μονής κατεύθυνσης (One-Way ANOVA) εξετάζει διαφορές μεταξύ τριών ή και περισσότερων ομάδων μιας κατηγοριοποιημένης ανεξάρτητης μεταβλητής σε μία scale εξαρτημένη μεταβλητή. Η ανάλυση διακύμανσης διπλής κατεύθυνσης (Two-Way ANOVA) αναλύει μία scale εξαρτημένη μεταβλητή που επηρεάζεται από δύο κατηγοριοποιημένες ανεξάρτητες μεταβλητές. Στην ανάλυση συνδιακύμανσης (ANCOVA) εκτός από την εξαρτημένη μεταβλητή, υπάρχει και μια άλλη μεταβλητή, η οποία συνδέεται γραμμικά με την εξαρτημένη. Με την ανάλυση συνδιακύμανσης επιτυγχάνεται ο έλεγχος της επίδρασης αυτής της άλλης μεταβλητής πάνω στην εξαρτημένη μεταβλητή. Η πολλαπλή ανάλυση διακύμανσης (MANOVA) και η πολλαπλή ανάλυση συνδιακύμανσης (MANCOVA) εστιάζονται σε περισσότερες από μία εξαρτημένες μεταβλητές. Στις περιπτώσεις όπου έχουμε δύο ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές (Two-way ANOVA ή MANOVA) οι αναλύσεις πραγματοποιούνται στο SPSS από την επιλογή "General Linear Model", ενώ η ανάλυση απλής διακύμανσης από την επιλογή "One-Way ANOVA".

## Σωστό ή Λάθος;

1. Στην απλή ανάλυση διακύμανσης (One-Way ANOVA) υπάρχει μία εξαρτημένη και μία ανεξάρτητη μεταβλητή.  
 Σωστό  
 Λάθος
2. Αν η ανεξάρτητη μεταβλητή περιλαμβάνει 5 κατηγορίες, τότε μπορεί να εφαρμοστεί η απλή ανάλυση διακύμανσης (One-Way ANOVA).  
 Σωστό  
 Λάθος
3. Στην ανάλυση διπλής διακύμανσης (Two-Way ANOVA) υπάρχουν δύο εξαρτημένες μεταβλητές.  
 Σωστό  
 Λάθος
4. Η υπόθεση  $H_1$  στην ανάλυση διακύμανσης διατυπώνεται ως εξής: « $H_1$ : Οι μέσοι των ομάδων διαφέρουν».  
 Σωστό  
 Λάθος
5. Η One-Way ANOVA είναι επίσης γνωστή και ως Univariate ANOVA.  
 Σωστό  
 Λάθος
6. Στην πολλαπλή ανάλυση συνδιακύμανσης (MANCOVA) υπάρχει μία εξαρτημένη μεταβλητή και δύο ή περισσότερες ανεξάρτητες.  
 Σωστό  
 Λάθος
7. Η στατιστική που χρησιμοποιείται στην ANOVA για τον έλεγχο των υποθέσεων είναι το F-test.  
 Σωστό  
 Λάθος

8. Αν επιθυμείται να διαπιστωθεί η επίδραση της ηλικίας (3 ηλικιακές ομάδες) και του τόπου διαμονής (4 ομάδες) στις ώρες μιας τυπικής ημέρας, που ένα δείγμα καταναλωτών χρησιμοποιεί τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, τότε θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί η ανάλυση πολλαπλής διακύμανσης (MANOVA).
- Σωστό  
 Λάθος
9. Το Post Hoc Test προσφέρει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα σχετικά με τις διαφορές μεταξύ των ομάδων της ανεξάρτητης μεταβλητής.
- Σωστό  
 Λάθος
10. Η εφαρμογή της Two-Way ANOVA γίνεται από την επιλογή “General Linear Model”.
- Σωστό  
 Λάθος
11. Τα αποτελέσματα για το μη επαναλαμβανόμενο παράγοντα στην ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενους παράγοντες βρίσκονται στον Πίνακα “Test of Within Subjects Effects” του Output.
- Σωστό  
 Λάθος
12. Οι παράγοντες συνδιακύμανσης πρέπει να σχετίζονται γραμμικά με μία από τις ανεξάρτητες μεταβλητές.
- Σωστό  
 Λάθος
13. Οι ψευδομεταβλητές είναι μεταβλητές που δημιουργεί ο ερευνητής.
- Σωστό  
 Λάθος
14. Στην ανάλυση διακύμανσης οι αντιθέσεις (contrasts) επιτρέπουν τον έλεγχο των διαφορών μεταξύ των επιπέδων ενός παράγοντα.
- Σωστό  
 Λάθος

15. Υψηλή τιμή του δείκτη F στην ανάλυση διακύμανσης σημαίνει ότι οι διαφορές μεταξύ των μέσων έχουν μεγάλη πιθανότητα να οφείλονται σε τυχαίους παράγοντες.
- Σωστό
  - Λάθος
16. Προκειμένου να ελεγχθούν διαφορές στην κατανάλωση κρασιού (σε λίτρα) μεταξύ ανδρών και γυναικών η κατάλληλη μέθοδος είναι η One-Way ANOVA.
- Σωστό
  - Λάθος
17. Στην ανάλυση διακύμανσης διπλής κατεύθυνσης (Two-Way-ANOVA) υπάρχει περίπτωση η επίδραση του ενός παράγοντα να μην είναι στατιστικά σημαντική, ενώ η επίδραση του άλλου να είναι.
- Σωστό
  - Λάθος
18. Στην πολλαπλή ανάλυση διακύμανσης (MANOVA), ο Πίνακας "Test of Between Subjects Effects" παρουσιάζει και τους μέσους των ανεξάρτητων μεταβλητών.
- Σωστό
  - Λάθος
19. Στην πολλαπλή ανάλυση συνδιακύμανσης (MANCOVA) οι παράγοντες συνδιακύμανσης μεταφέρονται στη λίστα fixed factor(s).
- Σωστό
  - Λάθος
20. Το F-test στην ανάλυση διακύμανσης υπολογίζεται από το πηλίκο της διακύμανσης μέσα στις ομάδες (variance within groups) προς τη διακύμανση μεταξύ των ομάδων (variance between groups).
- Σωστό
  - Λάθος



## Ασκήσεις

### Άσκηση 1

Ένα ταξιδιωτικό γραφείο, προκειμένου να βελτιώσει τη στρατηγική ΜΚΤ που εφαρμόζει, διεξάγει έρευνα αγοράς. Για να διερευνήσει τις προτιμήσεις και τις συνήθειες των πελατών του το ταξιδιωτικό γραφείο χρησιμοποίησε ένα ερωτηματολόγιο. Παρακάτω παρουσιάζεται το ερωτηματολόγιο που διανεμήθηκε για το σκοπό της έρευνας (οι αριθμοί στις παρενθέσεις εκφράζουν τις τιμές των επιπέδων των μεταβλητών).

#### Ερωτηματολόγιο

*Παρακαλούμε συμπληρώστε το ερωτηματολόγιο που επισυνάπτεται. Οι απαντήσεις σας θα βοηθήσουν ιδιαίτερα το γραφείο μας στην προσπάθειά του να σας προσφέρει πιο ποιοτικές και ευχάριστες διακοπές. Σας ευχαριστούμε πολύ για την πολύτιμη βοήθειά σας.*

- Πόσες μέρες το χρόνο (κατά μέσο όρο) πηγαίνετε διακοπές;  
..... ημέρες.
- Τι σημαίνουν για σας οι διακοπές (δώστε μόνο μια απάντηση).
  - Ξεκούραση (1)
  - Διασκέδαση (2)
  - Περιπέτεια /Εξερεύνηση (3)
  - Γνωριμίες (4)
  - Άλλο (5)
- Πόσες φορές συνολικά έχετε χρησιμοποιήσει τις υπηρεσίες του γραφείου μας;
  - 1-2 (1)
  - 3-4 (2)
  - 5 ή περισσότερες (3)
- Από το 1-10 (όπου 1 = καθόλου ικανοποιημένος/η, ..., 10= εξαιρετικά ικανοποιημένος/η), πόσο ικανοποιημένος/η μείνατε από τις υπηρεσίες του γραφείου μας;  
.....

- Σε ποια ηλικιακή ομάδα ανήκετε;
  - 18-25 (1)
  - 26-40 (2)
  - 41-60 (3)
  - 60+ (4)

Οι απαντήσεις που συλλέχθηκαν από 15 ερωτώμενους παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

A/A	Πόσες ημέρες πηγαίνετε διακοπές	Τι σημαίνουν για σας οι διακοπές	Φορές που έχετε χρησιμοποιήσει υπηρεσίες του γραφείου	Βαθμός ικανοποίησης	Ηλικία
1	20	1	2	10	4
2	10	1	2	9	4
3	30	2	3	5	1
4	15	4	2	7	2
5	5	1	2	9	4
6	12	1	1	8	3
7	25	3	2	2	1
8	35	4	3	5	2
9	18	3	3	5	2
10	10	1	1	9	3
11	14	1	2	10	4
12	15	5	3	4	1
13	20	3	2	6	3
14	11	5	3	9	4
15	18	2	3	5	1

### Ζητούμενα

Ένας νεαρός ερευνητής που ανέλαβε την ανάλυση των παραπάνω στοιχείων με τη χρήση του SPSS κατέληξε στα εξής συμπεράσματα:

1. Η ηλικία παίζει σημαντικό ρόλο στον καθορισμό του συνολικού αριθμού των ημερών που πηγαίνουν διακοπές οι πελάτες του γραφείου.
2. Ο αριθμός των ημερών που πηγαίνουν οι πελάτες διακοπές επηρεάζεται σημαντικά από το «τι σημαίνουν» γι' αυτούς οι διακοπές.
3. Ο βαθμός ικανοποίησης των πελατών του γραφείου ταξιδιών διαφέρει σημαντικά μεταξύ των τεσσάρων ηλικιακών ομάδων.
4. Το «τι σημαίνουν» για τους πελάτες οι διακοπές επηρεάζει σημαντικά το βαθμό ικανοποίησής τους από το ταξιδιωτικό γραφείο.

5. Ο βαθμός ικανοποίησης για τις ηλικιακές ομάδες 18-15, 26-40 και 41-60 (συνολικά) διαφέρει σημαντικά σε σχέση με την ηλικιακή ομάδα 61+.

Στα συμπεράσματα του ερευνητή ανακαλύφθηκαν ορισμένα λάθη. Καλείστε, με τη βοήθεια των κατάλληλων στατιστικών αναλύσεων, να επισημάνετε ποια από τα παραπάνω συμπεράσματα είναι σωστά και ποια είναι λανθασμένα. Τεκμηριώστε τις απαντήσεις σας.

## Άσκηση 2

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τα ποσά (σε χιλιάδες €) από τις πωλήσεις τριών προϊόντων μιας επιχείρησης σε 20 πόλεις της Ελλάδος.

Πόλη	Προϊόν Α	Προϊόν Β	Προϊόν Γ
1	10	13	14
2	6	15	15
3	8	16	19
4	11	12	22
5	5	5	8
6	8	9	12
7	9	18	22
8	7	14	25
9	5	10	15
10	8	11	17
11	6	12	18
12	6	9	10
13	9	16	12
14	10	17	18
15	9	8	14
16	13	17	13
17	8	19	15
18	7	18	16
19	4	9	12
20	5	9	10

### Ζητούμενα

Ο διευθυντής της επιχείρησης επιθυμεί να ερευνηθεί αν υπάρχουν διαφορές στις πωλήσεις μεταξύ των τριών προϊόντων στις 20 πόλεις.

1. Ποιες είναι οι ερευνητικές υποθέσεις για την έρευνα αυτή;

2. Υπολογίστε τις μέσες πωλήσεις για τα τρία προϊόντα.
3. Ελέγξτε αν οι διαφορές στις μέσες πωλήσεις μεταξύ των τριών προϊόντων είναι στατιστικά σημαντικές.
4. Με τη βοήθεια του Post Hoc test εξετάστε μεταξύ ποιών προϊόντων οι πωλήσεις διαφέρουν σημαντικά.
5. Τι συμβουλή θα δίνετε στο διευθυντή MKT της επιχείρησης ως προς τη στρατηγική MKT που θα πρέπει να εφαρμόσει;

### Άσκηση 3

Από τρεις περιοχές της Αθήνας (βόρεια προάστια, νότια προάστια και δυτικά προάστια) ρωτήθηκαν άνδρες και γυναίκες πόσα γιαούρτια καταναλώνουν το μήνα. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα στοιχεία που συλλέχθηκαν από 30 ερωτηθέντες.

	Άνδρες	Γυναίκες
Βόρεια Προάστια	4	10
	3	12
	5	15
	4	20
	5	21
		2
Νότια Προάστια	6	15
	4	10
	3	12
	2	8
	1	10
		4
Δυτικά Προάστια	4	6
	6	9
	10	12
	8	8
	4	15
		6

### Ζητούμενα

1. Υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη μηνιαία κατανάλωση γιαουρτιού μεταξύ των καταναλωτών των τριών προαστίων;
2. Εξετάστε κατά πόσο το φύλο και η περιοχή διαμονής επηρεάζουν την κατανάλωση γιαουρτιού.
3. «Οι γυναίκες που κατοικούν στα βόρεια προάστια καταναλώνουν περισσότερα γιαούρτια το μήνα από ό,τι οι άνδρες που κατοικούν στα νότια προάστια». Επιβεβαιώνει αυτή την άποψη η ανάλυσή σας;

4. Μια παλαιότερη έρευνα είχε δείξει ότι η κατανάλωση γιαουρτιού σχετίζεται με την άθληση. Οι συμμετέχοντες στην έρευνα δήλωσαν πόσες φορές το μήνα γυμνάζονται:

	Άντρες	Γυναίκες
Βόρεια Προάστια	2	25
	4	30
	5	15
	10	10
	12	20
Νότια Προάστια	6	10
	12	15
	10	18
	8	9
	5	12
Δυτικά Προάστια	5	17
	6	10
	13	5
	16	19
	17	21

Με τη βοήθεια της ανάλυσης συνδιακύμανσης (ANCOVA) ερευνήστε κατά πόσο το φύλο, η περιοχή κατοικίας και η συχνότητα άθλησης επηρεάζουν την κατανάλωση γιαουρτιού.

5. Λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα του παραδείγματος, ποια συμβουλή θα δίνετε σε μια επιχείρηση που θέλει να εισέλθει στην αγορά του γιαουρτιού; Σε ποιο target group θα ήταν πιο αποτελεσματικό να στοχεύσει;

#### Άσκηση 4

Μια επιχείρηση, θέλοντας να δοκιμάσει την απήχηση της νέας διαφήμισης της οδοντόκρεμας White στο ραδιόφωνο, κάλεσε 12 άνδρες και γυναίκες να εκφράσουν τη γνώμη τους, βαθμολογώντας από το 1 έως το 10 το διαφημιστικό μήνυμα (όπου 1 = η διαφήμιση δεν μου άρεσε καθόλου, ..., 10 = η διαφήμιση μου άρεσε πάρα πολύ).

Το ίδιο διαφημιστικό μήνυμα υπάρχει σε τρεις εκδοχές: ο εκφωνητής του μηνύματος είναι άνδρας, η εκφωνήτρια είναι γυναίκα και ο εκφωνητής είναι παιδί. Κάποιοι από τους καταναλωτές που συμμετείχαν στην έρευνα χρησιμοποιούν την οδοντόκρεμα White, ενώ κάποιοι όχι. Τέλος, μερικοί συμμετέχοντες στην έρευνα άκουσαν τη διαφήμιση σ' ένα δωμάτιο μόνοι τους, άλλοι σε δυάδες, ενώ κάποιοι άλλοι σε μεγαλύτερες ομάδες. Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα:

		Εμφανεί Αντρας	Εμφανεί Γυναίκα	Εμφανεί Παιδί
Άκουσαν μόνοι	Χρήστες της White	9	8	5
	Μη χρήστες της White	7	7	6
Άκουσαν σε δυάδες	Χρήστες της White	4	3	3
	Μη χρήστες της White	7	5	4
Άκουσαν σε ομάδες	Χρήστες της White	6	5	4
	Μη χρήστες της White	7	4	3
		7	5	3
		7	3	3

### Ζητούμενα

1. Εισάγετε τα στοιχεία του Πίνακα στο SPSS. Χρησιμοποιώντας ως εργαλείο την ανάλυση διακύμανσης, εξετάστε εάν υπάρχουν διαφορές στην αξιολόγηση του διαφημιστικού μηνύματος μεταξύ των καταναλωτικών ομάδων που προκύπτουν από τα δεδομένα της έρευνας.
2. Συγκρίνετε τους συμμετέχοντες που άκουσαν το διαφημιστικό μήνυμα μόνοι τους με τους συμμετέχοντες που το άκουσαν με άλλους μαζί συνολικά (σε δυάδες και σε ομάδες) ως προς τη βαθμολογία που έδωσαν. Τι παρατηρείτε;

### Άσκηση 5

Ένας ερευνητής διεξήγαγε μια έρευνα για την πρόθεση των καταναλωτών να πουλοκότάρουν ένα προϊόν που βλάπτει το περιβάλλον (μεταβλητή “punish”) και να αγοράσουν ένα άλλο, οικολογικό προϊόν (μεταβλητή “reward”). Ο ερευνητής εισήγαγε στο SPSS τις προαναφερθείσες μεταβλητές ως εξαρτημένες και τις μεταβλητές «ηλικία» και «οικογενειακό εισόδημα» (“age” και “income”) ως ανεξάρτητες. Οι αξίες των ανεξάρτητων μεταβλητών είναι οι εξής:

Ηλικία:

1= 18-24

2= 25-40

3= 41-60

4= 60+

Εισόδημα:

1= έως €1000 το μήνα

2= €1001 – €2000

3= €2001 – €3000

4= €3001 – €4000

5= πάνω από €4000

Ο ερευνητής επέλεξε τη μέθοδο της πολλαπλής ανάλυσης διακύμανσης για να εξετάσει αν οι διαφορές στις οικολογικές στάσεις των καταναλωτών επηρεάζονται σημαντικά από την ηλικία και το εισόδημά τους. Επειδή ο ερευνητής δεν έχει εμπειρία στη χρήση του SPSS, δυσκολεύεται να ερμηνεύσει το Output που προέκυψε από την ανάλυση. Το Output που προέκυψε παρουσιάζεται στη συνέχεια:

### Case Processing Summary

		Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
BUY	1	82	100,0%	0	,0%	82	100,0%
	2	173	97,7%	4	2,3%	177	100,0%
	3	57	98,3%	1	1,7%	58	100,0%
	4	25	96,2%	1	3,8%	26	100,0%
BOYCOT	1	82	100,0%	0	,0%	82	100,0%
	2	173	97,7%	4	2,3%	177	100,0%
	3	57	98,3%	1	1,7%	58	100,0%
	4	25	96,2%	1	3,8%	26	100,0%

### Case Processing Summary

		Cases					
		Valid		Missing		Total	
		N	Percent	N	Percent	N	Percent
BUY	1	70	100,0%	0	,0%	70	100,0%
	2	115	100,0%	0	,0%	115	100,0%
	3	76	100,0%	0	,0%	76	100,0%
	4	45	100,0%	0	,0%	45	100,0%
	5	31	100,0%	0	,0%	31	100,0%
BOYCOT	1	70	100,0%	0	,0%	70	100,0%
	2	115	100,0%	0	,0%	115	100,0%
	3	76	100,0%	0	,0%	76	100,0%
	4	45	100,0%	0	,0%	45	100,0%
	5	31	100,0%	0	,0%	31	100,0%

**Between-Subjects Factors**

		N
AGE	1	82
	2	173
	3	57
	4	25
INCOME	1	70
	2	115
	3	76
	4	45
	5	31

**Multivariate Tests<sup>c</sup>**

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	,931	2135,950 <sup>a</sup>	2,000	318,000	,000
	Wilks' Lambda	,069	2135,950 <sup>a</sup>	2,000	318,000	,000
	Hotelling's Trace	13,434	2135,950 <sup>a</sup>	2,000	318,000	,000
	Roy's Largest Root	13,434	2135,950 <sup>a</sup>	2,000	318,000	,000
AGE	Pillai's Trace	,065	3,553	6,000	638,000	,002
	Wilks' Lambda	,936	3,582 <sup>a</sup>	6,000	636,000	,002
	Hotelling's Trace	,068	3,610	6,000	634,000	,002
	Roy's Largest Root	,062	6,589 <sup>b</sup>	3,000	319,000	,000
INCOME	Pillai's Trace	,069	2,834	8,000	638,000	,004
	Wilks' Lambda	,931	2,873 <sup>a</sup>	8,000	636,000	,004
	Hotelling's Trace	,074	2,913	8,000	634,000	,003
	Roy's Largest Root	,072	5,766 <sup>b</sup>	4,000	319,000	,000
AGE * INCOME	Pillai's Trace	,099	1,663	20,000	638,000	,035
	Wilks' Lambda	,903	1,665 <sup>a</sup>	20,000	636,000	,034
	Hotelling's Trace	,105	1,667	20,000	634,000	,034
	Roy's Largest Root	,074	2,372 <sup>b</sup>	10,000	319,000	,010

a. Exact statistic

b. The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

c. Design: Intercept+AGE+INCOME+AGE\*INCOME



## Tests of Between-Subjects Effects

Source	Dependent Variable	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	BUY	825,949 <sup>a</sup>	17	48,585	3,221	,000
	BOYCOT	314,499 <sup>b</sup>	17	18,500	2,307	,003
Intercept	BUY	50282,838	1	50282,838	3333,353	,000
	BOYCOT	27421,090	1	27421,090	3419,644	,000
AGE	BUY	195,300	3	65,100	4,316	,005
	BOYCOT	16,700	3	5,567	,694	,556
INCOME	BUY	6,075	4	1,519	,101	,982
	BOYCOT	129,340	4	32,335	4,032	,003
AGE * INCOME	BUY	292,318	10	29,232	1,938	,040
	BOYCOT	176,089	10	17,609	2,196	,018
Error	BUY	4812,039	319	15,085		
	BOYCOT	2557,964	319	8,019		
Total	BUY	289171,000	337			
	BOYCOT	148772,000	337			
Corrected Total	BUY	5637,988	336			
	BOYCOT	2872,463	336			

a. R Squared = ,146 (Adjusted R Squared = ,101)

b. R Squared = ,109 (Adjusted R Squared = ,062)

## Ζητούμενα

1. Καλείστε να συμβάλετε στην έρευνα ερμηνεύοντας το Output. Αναλύστε τους παραπάνω πίνακες και αιτιολογείστε τα συμπεράσματά σας.
2. Τι θα συμβουλευάτε την επιχείρηση "Ecoraper" που επιθυμεί να προωθήσει τα προϊόντα της τα οποία είναι κατασκευασμένα από ανακυκλωμένο χαρτί;
3. Τι συμβουλές θα δίνετε στην επιχείρηση "FurFur" που επιθυμεί να δραστηριοποιηθεί στο χώρο των ενδυμάτων από γούνα ζώων;
4. Αν ήσασταν μέλος μιας οικολογικής οργάνωσης, ποιους καταναλωτές θα θεωρούσατε δυνητικά μέλη της οργάνωσης; Τεκμηριώστε την απάντησή σας.

## Mini Projects

### Mini Project A

Ανοίξτε το αρχείο “kefaleob\_project\_1” από το CD-ROM. Τα στοιχεία συλλέχθηκαν από 351 ερωτώμενους στο πλαίσιο μιας έρευνας για την αγορά επίπλων. Η στήλη-μεταβλητή “amspent” παρουσιάζει το ποσό χρημάτων που ξόδεψαν οι πελάτες για την αγορά επίπλων από το κατάστημα της επιλογής τους. Η μεταβλητή “size” αναφέρεται στο μέγεθος του καταστήματος που προτίμησαν (1= μικρό, 2= μεσαίο, 3= μεγάλο), ενώ η μεταβλητή “shop” αντιπροσωπεύει τα μέλη της οικογένειας που αγόρασαν έπιπλα (1= μόνο ο ερωτώμενος, 2= ο ερωτώμενος με το/τη σύζυγο, 3= όλη η οικογένεια). Τέλος, η μεταβλητή “gender” δηλώνει το φύλο του ερωτώμενου.

1. Μελετήστε την επίδραση της μεταβλητής “shop” στο ποσό που δαπανήθηκε για την αγορά επίπλων. Τι παρατηρείτε;
2. Το μέγεθος του καταστήματος επιδρά σημαντικά στο χρηματικό ποσό για την αγορά επίπλων; Με τη βοήθεια του Host Hoc Test ερευνήστε ανάμεσα σε ποια μεγέθη καταστημάτων η διαφορά στο ποσό που δαπανάται για την αγορά επίπλων είναι στατιστικά σημαντική.
3. Ερευνήστε την επίδραση του φύλου και της αλληλεπίδρασης του φύλου με τον αριθμό των μελών της οικογένειας (“shop”) στο ποσό για αγορά επίπλων.
4. Οι καταναλωτές που αγοράζουν έπιπλα μόνοι τους ξοδεύουν λιγότερα χρήματα σε σχέση με εκείνους που επισκέπτονται καταστήματα επίπλων μαζί με το/τη σύζυγό τους. Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική σε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ( $\alpha=0,001$ ). Συμφωνείτε με την πρόταση αυτή; Τεκμηριώστε την απάντησή σας.

### Mini Project B

Ανοίξτε το αρχείο “kefaleob\_project\_2” από το CD-ROM. Τα δεδομένα προέρχονται από μια έρευνα που διεξήχθη στην Αγγλία σχετικά την κατανάλωση καπνού από εφήβους. Στόχος της έρευνας είναι η εύρεση των παραγόντων εκείνων που επιδρούν σημαντικά στο ποσό (σε λίρες) που ξοδεύουν οι έφηβοι για τσιγάρα.

1. Εξερευνήστε την επίδραση των μεταβλητών “money” (συνολικό ποσό που λαμβάνουν την εβδομάδα), “cigaret” (αριθμός τσιγάρων που καπνίζουν την εβδομάδα) και “age” (ηλικία) στο ποσό που ξοδεύουν οι έφηβοι για να αγοράσουν τσιγάρα (“moneycig”). Ποιοι παράγοντες επιδρούν σημαντικά; Τι συμπεράσματα θα μπορούσατε να εξάγετε;

2. Υποθέστε ότι εργάζεστε σ' ένα σύλλογο για την καταπολέμηση του καπνίσματος στην Αγγλία και θέλετε να χρησιμοποιήσετε την εξοικονόμηση χρημάτων ως μήνυμα της διαφημιστικής σας εκστρατείας. Σε ποια ομάδα-στόχο εφήβων θα επικεντρώνατε τις ενέργειες MKT του συλλόγου; Τι προγράμματα MKT θα εφαρμόζατε για να πετύχετε το στόχο του συλλόγου;

### Mini Project C

Ένα μήνα μετά τους Ολυμπιακούς Αγώνες του 2004 διεξήχθη μια έρευνα, η οποία είχε σκοπό να ερευνήσει τον αριθμό των χορηγών που ήταν σε θέση να ανακαλέσουν στη μνήμη τους 124 κάτοικοι της Αθήνας.

1. Εξετάστε την επίδραση της ηλικίας και του μορφωτικού επιπέδου στην ικανότητα ανάκλησης χορηγών των Ολυμπιακών Αγώνων. Είναι στατιστικά σημαντική η αλληλεπίδραση της ηλικίας και του μορφωτικού επιπέδου;
2. Ανάμεσα σε ποιες ηλικιακές ομάδες η διαφορά στην ικανότητα ανάκλησης είναι στατιστικά σημαντική;
3. Τι συμβουλή θα δίνατε σε μια επιχείρηση που επιθυμεί να γίνει χορηγός στους Ολυμπιακούς Αγώνες του 2008; Ποια ομάδα καταναλωτών θα πρέπει να στοχεύσει; Τι ενέργειες MKT θα προτείνατε στην επιχείρηση προκειμένου η χορηγία της να είναι αποτελεσματική;

## Βιβλιογραφία Κεφαλαίου 6

- Box, G.E.P. (1954), "Some Theorems on Quadratic Forms Applied in the Study of Analysis of Variance Problems," *Annals of Statistics*, Vol. 25, pp. 290-302.
- Bray, J.H. and S.E. Maxwell (1985), *Multivariate Analysis of Analysis*, Beverly Hills, Calif.: Sage Publications.
- Brown, S.R. and L.E. Melamed (1990), *Experimental Design and Analysis*, Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Burdick, R.K. (1983), "Statement of Hypotheses in the Analysis of Variance," *Journal of Marketing Research*, August, pp. 320-324.
- Cortina, J.M. and H. Nouri (2000), *Effect Size for ANOVA Designs*, Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Dodd, D.H. and R.F. Schultz, Jr. (1973), "Computational Procedures for Estimating Magnitude of Effect for Some Analysis of Variance," *Psychological Bulletin*, Vol. 79, pp. 391-395.
- Dyer, J.H. (1974), "Analysis of Variance and the Magnitude of Effects," *Psychological Bulletin*, Vol. 81, pp. 731-737.
- Gill, Jeff (2001), *Generalized Linear Models: A Unified Approach*, Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Girden, E.R. (1992), *ANOVA Repeated Measures*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Green, P.E. (1973), "On the Analysis of Interactions in Marketing Research Data," *Journal of Marketing Research*, Vol. 10 (November), pp. 410-420.
- Green, P.E. and D.S. Tull (1966), "Covariate Analysis in Marketing Experimentation," *Journal of Advertising Research*, Vol. 6 (June), pp. 45-53.
- Hand, D.J. and C.C. Taylor (1987), *Multivariate Analysis of Variance and Repeated Measures*. London: Chapman and Hall.
- Huitema, B. (1980), *The Analysis of Covariance and Alternatives*, New York: Wiley.
- Huyn, H. and G.K. Mandeville (1979), "Validity Conditions in a Repeated Measures Design," *Psychological Bulletin*, Vol. 86, pp. 964-973.

- Iversen, G.R. and H.Norpoth (1976), *Analysis of Variance*, Beverly Hills, Cal.: Sage Publications.
- Jaccard, J. (1997), *Interaction Effects in Factorial Analysis of Variance*, Thousand Oaks, CA: Sage.
- Klockars, A. J. and G. Sax (1986), *Multiple Comparisons*, Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Nelder, J.A. and R.W.M. Wedderburn (1972), "Generalized Linear Models," *Journal of the Royal Statistical Society*, 135, pp. 370-384.
- Olson, C.L. (1976), "On Choosing a Test Statistic in Multivariate Analyses of Variance," *Psychological Bulletin*, Vol. 83, pp. 579-586.
- Rutherford, A. (2001), *Introducing ANOVA and ANCOVA: A GLM Approach*, Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Stivens, J.P. (1972), "Four Methods of Analyzing Between Variations for the k-Group MANOVA Problem," *Multivariate Behavioral Research*, Vol. 7, (October), pp. 442-454.
- Turner, J.R. and J. Thayer (2001), *Introduction to Analysis of Variance*, Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Wildt, A.R. and O.T. Ahtola (1978), *Analysis of Covariance*, Beverly Hills, Cal.: Sage Publications.
- Wils, S.S. (1932), "Certain Generalizations in the Analysis of Variance," *Biometrika*, Vol. 24, pp. 471-494.